

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА

Економічний факультет
Кафедра економічної кібернетики та прикладної економіки

**КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА
РОБОТА**

на тему

**Аналіз впливу освітніх факторів на результати ЗНО і НМТ в
Україні**

Виконав: студентка 6 курсу, групи ЕК-61
спеціальності 051 «Економіка»
освітня програма «Економічна кібернетика»
Овечко Анастасія Сергіївна

Керівник Петрова Анжела Юріївна, к.ф.-м.н.,
доцент

Рецензент _____

(прізвище, ім'я та по-батькові, вчене звання, посада)

Харків – 2025

Анотація

Овечко А. С. **Аналіз впливу освітніх факторів на результати ЗНО і НМТ в Україні** (керівник: к. ф.-м. н., доц. Петрова А. Ю.).

У роботі розглянуто вплив соціально-економічних, демографічних та освітніх чинників на регіональні відмінності результатів ЗНО та НМТ в Україні. Проаналізовано динаміку середніх балів за 2021–2024 роки та виявлено ключові тенденції у зміні освітніх показників. Проведено економетричний аналіз, що включає кореляційне дослідження, оцінку мультиколінеарності, побудову лінійних і поліноміальних регресій, РСА та кластеризацію регіонів. Застосовано методи машинного навчання для прогнозування результатів НМТ/ЗНО.

Ключові слова: ЗНО, НМТ, регресія, кореляція, РСА, кластеризація, соціально-економічні фактори.

Summary

Ovechko A. S. **Analysis of the Influence of Educational Factors on ZNO and NMT Results in Ukraine** (Scientific supervisor: Ph. D. in Physics and Mathematics, Associate Professor Petrova A. Yu.).

The thesis examines the impact of socio-economic, demographic, and educational factors on regional differences in ZNO and NMT performance across Ukraine. The study analyzes the dynamics of average scores for 2021–2024 and identifies key trends in educational outcomes. Econometric analysis was carried out, including correlation assessment, multicollinearity diagnostics, linear and polynomial regression models, PCA, and regional clustering. Machine learning methods were applied to forecast NMT/ZNO results.

Keywords: ZNO, NMT, regression, correlation, PCA, clustering, socio-economic factors.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Розділ 1. Теоретичні засади впливу освітніх факторів на результати зно і нмт ...	7
1.1. Поняття та структура зовнішнього незалежного оцінювання і національного мультипредметного тесту	7
1.2. Освітні фактори, що впливають на результати тестування	14
1.3. Теоретичні моделі та підходи до аналізу освітніх результатів	17
Розділ 2. Методологічні засади аналізу освітніх результатів	22
2.1. Кількісні методи аналізу результатів тестування	22
2.2. Якісні методи дослідження освітніх чинників	26
2.3. Комплексні підходи до аналізу освітніх результатів	35
Розділ 3. Економетричний аналіз чинників на результати зно та нмт	38
3.1. Порівняльний аналіз середніх результатів нмт/зно за 2021–2024 роки	38
3.2. Кореляційний аналіз факторів освітніх результатів	41
3.3. Аналіз мультиколінеарності факторів	41
3.4. Регресійний аналіз впливу соціально-економічних факторів на результати НМТ/ЗНО	45
3.5. Компонентно-факторний аналіз соціально-економічних факторів регіонів	51
3.6. Кластеризація регіонів України на основі соціально-економічних факторів	53
3.7. Застосування методів машинного навчання для прогнозування результатів ЗНО/НМТ	55
3.8. Рекомендації	58
Висновок	60
Список використаних джерел	62
Додатки	70

ВСТУП

У сучасних умовах трансформації освітньої системи України особливого значення набуває питання об'єктивного оцінювання знань учнів та абітурієнтів. Зовнішнє незалежне оцінювання (ЗНО) та Національний мультипредметний тест (НМТ) стали ключовими інструментами вступу до закладів вищої освіти, а також важливими механізмами моніторингу якості шкільної освіти. Водночас результати цих тестувань є не лише показниками індивідуальної успішності, а й відображенням впливу комплексу освітніх факторів – від змісту навчальних програм до соціально-економічних умов здобуття освіти.

Актуальність теми зумовлена необхідністю глибокого аналізу чинників, які впливають на результати тестування, з метою вдосконалення освітньої політики, підвищення ефективності навчального процесу та забезпечення рівного доступу до якісної освіти. Особливої уваги потребує дослідження взаємозв'язку між якістю викладання, індивідуальними особливостями учнів, доступністю ресурсів та результативністю ЗНО/НМТ.

Проблематика державної політики у сфері зовнішнього незалежного оцінювання розглядалась в наукових працях В. Філіпової, В. Шаповала, А. Киричук, С. Сисоевої, О. Сидоренка та інших.

Мета дослідження. Визначити та проаналізувати освітні фактори, що впливають на результати зовнішнього незалежного оцінювання та Національного мультипредметного тесту в Україні, а також оцінити їхню роль у формуванні освітніх траєкторій абітурієнтів.

Завдання дослідження:

- ✓ розкрити поняття, структуру та еволюцію ЗНО і НМТ як форм державного оцінювання;
- ✓ систематизувати освітні фактори, що впливають на результати тестування;
- ✓ проаналізувати теоретичні моделі оцінювання освітніх результатів;

- ✓ охарактеризувати кількісні, якісні та комплексні методи аналізу освітніх даних;
- ✓ визначити тенденції та закономірності впливу освітніх чинників на успішність абітурієнтів;
- ✓ запропонувати рекомендації щодо вдосконалення освітньої практики та політики на основі результатів дослідження.

Об'єкт дослідження. Процес оцінювання освітніх результатів учнів та абітурієнтів у межах ЗНО і НМТ.

Предмет дослідження. Освітні фактори, що впливають на результати тестування, їхній зміст, структура, взаємозв'язки та методи аналізу.

Для реалізації поставлених завдань у дослідженні застосовано комплексний підхід, використовуючи сукупність загальнонаукових та спеціальних методів дослідження. Серед теоретичних методів застосовано аналіз, синтез, порівняння та класифікацію, які дали змогу поглибити знання про предмет дослідження. В роботі також використано описовий, табличний методи.

Наукова новизна роботи полягає у комплексному економетричному аналізі освітніх, соціально-економічних та демографічних факторів, що впливають на результати ЗНО і НМТ на рівні регіонів України, із застосуванням сучасних методів статистичного моделювання та машинного навчання. У роботі запропоновано практичні рекомендації щодо підвищення якості освіти та оптимізації регіональної освітньої політики на основі виявлених чинників впливу.

Отримані результати можуть бути використані органами державної та місцевої влади при розробці освітніх стратегій, а також у науковій та навчальній діяльності при викладанні курсів з економічної кібернетики, статистики, економетрики та освітньої аналітики.

Апробація результатів – опубліковано матеріали (тези) на 2 Міжнародній науково-практичній конференції «Progressive Approaches in Science and Engineering», 26–28 листопада 2025, Копенгаген, Данія. (Овечко, А., &

Петрова, А. (2025).) Форма участі: дистанційна. Сертифікат участі представлено у Додатку 5.

Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У першому розділі представлено теоретичні засади оцінювання якості освіти та характеристику ЗНО та НМТ.

У другому розділі здійснено теоретичні та методологічні підходи до аналізу освітніх показників та оцінювання результатів зовнішнього тестування.

У третьому розділі побудовано економетричні моделі, оцінено вплив факторів на результати тестування, виконано регресійний та кореляційний аналіз, РСА, кластеризацію та здійснено прогнозування на основі машинного навчання.

Обсяг магістерської роботи – 69 сторінок, включає: 22 таблиці, 3 рисунки, 37 використаних джерел, 5 додатків.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВПЛИВУ ОСВІТНІХ ФАКТОРІВ НА РЕЗУЛЬТАТИ ЗНО І НМТ

1.1. ПОНЯТТЯ ТА СТРУКТУРА ЗОВНІШНЬОГО НЕЗАЛЕЖНОГО ОЦІНЮВАННЯ І НАЦІОНАЛЬНОГО МУЛЬТИПРЕДМЕТНОГО ТЕСТУ

Зовнішнє незалежне оцінювання (ЗНО), яке раніше також називалося зовнішнім тестуванням, є системою організаційних заходів, основним елементом якої виступає стандартизоване тестування. Його головна мета – об'єктивне визначення рівня навчальних досягнень випускників закладів загальної середньої освіти під час вступу до закладів вищої освіти України (ZNO v Ukraini (istorichna dovidka)).

Запровадження ЗНО спрямоване на підвищення якості освіти, забезпечення рівного доступу до вищої освіти для всіх громадян відповідно до конституційних прав, а також на здійснення контролю за дотриманням державних освітніх стандартів. Крім того, результати ЗНО використовуються для аналізу стану освітньої системи та прогнозування її подальшого розвитку.

Формування системи зовнішнього оцінювання в Україні розпочалося у 2004 році за підтримки міжнародних та громадських організацій. У зв'язку з повномасштабною військовою агресією Російської Федерації у 2022 році було тимчасово змінено формат вступних випробувань: для вступу на бакалаврат було запроваджено Національний мультипредметний тест (НМТ) (ZNO v Ukraini (istorichna dovidka)).

Результати ЗНО визнаються як підсумкова державна атестація та водночас як вступні іспити до закладів вищої освіти, що забезпечує прозорість та об'єктивність оцінювання знань абітурієнтів.

Організація процесу зовнішнього незалежного оцінювання в Україні здійснюється Українським центром оцінювання якості освіти (УЦОЯО) у тісній співпраці з місцевими органами управління освітою, обласними інститутами післядипломної педагогічної освіти та закладами освіти. Важливу роль у

координації діяльності учасників ЗНО відіграють регіональні центри оцінювання якості освіти, зокрема Вінницький, Дніпропетровський, Донецький, Івано-Франківський, Київський, Львівський, Одеський, Харківський і Херсонський, кожен з яких відповідає за декілька областей України (Ukrains'kyi tsentr otsiniuvannia yakosti osvity, 2023). (табл. 1.1) .

Таблиця 1.1

Регіональні центри оцінювання якості освіти та їхні зони відповідальності

Регіональний центр	Області, що входять до зони відповідальності
Вінницький	Вінницька, Житомирська, Хмельницька області
Дніпропетровський	Дніпропетровська, Запорізька області
Донецький	Донецька, Луганська
Івано-Франківський	Івано-Франківська, Чернівецька, Тернопільська
Київський	м. Київ, Київська, Черкаська, Чернігівська області
Львівський	Волинська, Львівська, Рівненська області
Одеський	Кіровоградська, Одеська область
Харківський	Харківська, Полтавська, Сумська
Херсонський	Автономна Республіка Крим, місто Севастополь (до 2014 року) Миколаївська та Херсонська області

Джерело: (Ukrains'kyi tsentr otsiniuvannia yakosti osvity, 2023).

Запровадження системи ЗНО стало важливим етапом реформування освітньої сфери, сприяло підвищенню якості середньої та вищої освіти, покращенню рівня освіченості населення та стало дієвим інструментом у протидії корупційним проявам у процесі вступу до закладів вищої освіти (Ukrains'kyi katolyts'kyi universytet, 2025).

Попри запроваджені заходи ідентифікації особи під час проходження тестування, зокрема обов'язкову перевірку паспорта, система не завжди гарантує повну автентичність складання тестів. Зокрема, у 2008 році було зафіксовано випадок, коли аспірант Львівського університету за грошову винагороду склав тест з української мови та літератури замість випускника однієї зі шкіл м. Дніпро. Виявити факт підміни тоді не вдалося (Osvita.ua, n.d.).

Ще однією проблемою є часті зміни правил вступу до закладів вищої освіти, що створює додаткові труднощі для абітурієнтів. У разі технічних або організаційних помилок, які трапляються доволі часто, результати тестування

можуть бути не зараховані, що унеможливило вступ до ЗВО. Хоча передбачено механізм подання апеляційної заяви, не всі учасники встигають скористатися цим правом (Osvita.ua, n.d.).

Окрему загрозу становить ризик корупційного втручання у процес визначення результатів. Зокрема, колишнього керівника УЦОЯО Ігоря Лікарчука підозрювали у маніпуляціях із результатами понад 200 учасників тестування, яким були необґрунтовано підвищені бали.

Крім того, географічна доступність пунктів тестування залишається обмеженою. У багатьох випадках учні з невеликих населених пунктів змушені долати значні відстані – 70–100 км – для участі в ЗНО. Наприклад, у 2016 році в Київській області тестування проводилося лише у двох містах – Білій Церкві та Переяславі, а у Вінницькій, Закарпатській, Львівській, Тернопільській та Чернівецькій областях – виключно в обласних центрах (Ministry of Education and Science of Ukraine, 2015).

Перевагами системи зовнішнього незалежного оцінювання є:

Забезпечення рівного доступу до освіти – ЗНО створює умови, за яких кожен абітурієнт, незалежно від соціального чи матеріального становища, має можливість вступити до закладу вищої освіти на основі власних знань.

Об'єктивність оцінювання – стандартизовані тести дозволяють мінімізувати суб'єктивний вплив на результати. Водночас, у деяких випадках, зокрема під час перевірки відкритих завдань (наприклад, власного висловлення з української мови), можливий вплив людського чинника.

Зменшення корупційних ризиків – централізована система тестування значно ускладнює можливості для зловживань на місцевому рівні, сприяючи прозорості вступної кампанії.

Інтеграція до європейського освітнього простору – впровадження ЗНО відповідає міжнародним підходам до оцінювання знань, що сприяє гармонізації української системи освіти з європейськими стандартами (Ministry of Education and Science of Ukraine, 2022).

У межах зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) в Україні абітурієнти мають можливість скласти тести з низки навчальних дисциплін, які охоплюють гуманітарні, природничі та технічні напрями. Кожен предмет має свою історію впровадження, специфіку завдань та значення для вступу до закладів вищої освіти. Нижче наведено узагальнену таблицю, що відображає основні характеристики предметів ЗНО, роки їх проведення, типи завдань та особливості зарахування результатів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Предмети ЗНО: характеристика та особливості

Предмет	Рік початку проведення	Типи завдань	Особливості
Українська мова і література	2005 (мова), 2008 (мова і література)	Вибір правильної відповіді, відповідність, власне висловлення	Обов'язковий для вступу; з 2015 року – зараховується як ДПА
Історія України	2004	Закриті завдання (раніше – відкриті)	З 2016 року – зараховується як ДПА; зростання популярності після зміни вимог ЗВО
Всесвітня історія	2004	Закриті завдання	Не проводиться з 2015 року; раніше об'єднувалася з історією України
Фізика	2007	Вибір відповіді, відповідність, розв'язок	Стандартизовані завдання трьох типів
Математика	2004	Вибір відповіді, відповідність, розв'язок, розширена відповідь	З 2016 року – зараховується як ДПА
Біологія	2007	Не уточнено	Проводиться щорічно
Хімія	2006	Не уточнено	Проводиться щорічно
Географія	2008	Не уточнено	Проводиться щорічно
Іноземні мови	2009	З 2018 року – включено аудіювання	Можна обрати англійську, німецьку, французьку або іспанську
Інформатика	–	–	Станом на 2017 рік не проводиться; триває дискусія щодо доцільності впровадження

Джерело: (Ministry of Education and Science of Ukraine, 2022).

Починаючи з 2015 року, в Україні було запроваджено дворівневу модель зовнішнього незалежного оцінювання з математики та української мови і

літератури. Такий підхід передбачає можливість складання тесту на базовому або поглибленому рівні залежно від обраної абітурієнтом спеціальності. Якщо зазначені предмети є профільними для вступу, учасник повинен пройти тестування на поглибленому рівні. Для спеціальностей, де ці дисципліни не є ключовими, достатньо скласти тест базового рівня. (Karandii, n.d.).

Це рішення спрямоване на диференціацію вимог до знань абітурієнтів відповідно до специфіки майбутньої професійної підготовки, а також на підвищення об'єктивності оцінювання та адаптацію до європейських освітніх стандартів.

У 2024 році зовнішнє оцінювання було реалізоване у форматі Національного мультипредметного тесту (НМТ). Основна сесія тривала з 14 травня по 25 червня, охопивши 18 днів тестувань. Усі учасники отримали результати за шкалою 100–200 балів, які були доступні в персональних кабінетах на сайті УЦОЯО (Ukrainian Center for Educational Quality Assessment, 2025).

Українська мова: середній бал учасників становив близько 164 балів, що свідчить про стабільний рівень підготовки.

Математика: середній бал – 148 балів, з тенденцією до зростання порівняно з попередніми роками.

Історія України: один із найпопулярніших предметів, середній бал – 158 балів.

У 2024 році також зберігалася можливість подання апеляцій та замовлення витягу з результатів для вступу до закордонних закладів освіти

Національний мультипредметний тест (НМТ) було запроваджено в Україні у 2022 році як альтернативну форму вступного випробування на бакалаврат, що тимчасово замінює традиційне ЗНО. Його впровадження стало вимушеним кроком у відповідь на повномасштабне військове вторгнення Російської Федерації. Поряд із НМТ було також введено магістерський комплексний тест (МКТ) та магістерський тест навчальної компетентності (МТНК) для вступу на освітній рівень магістра.

Попри загальну позитивну оцінку нової моделі тестування, у 2022 році виник суспільний резонанс, пов'язаний із повторенням запитань у різних сесіях НМТ. Деякі учасники та їхні батьки висловлювали занепокоєння щодо доступності відповідей в інтернеті ще до завершення основної сесії. Водночас Український центр оцінювання якості освіти спростував ці твердження, наголосивши, що використання запитань із попередніх років є звичною практикою і не впливає на об'єктивність оцінювання.

У 2025 році тестування НМТ проводилося у дві сесії (Ukrainian Center for Educational Quality Assessment, 2025).

Основна сесія – з 14 травня по 25 червня;

Додаткова сесія – з 14 по 25 липня.

Реєстрація на основну сесію тривала з 6 березня до 3 квітня, а до 8 квітня учасники мали змогу внести зміни до персональних даних, обрати інший предмет додаткового блоку або змінити населений пункт проходження тесту. У період з 9 по 14 травня було відкрито реєстрацію для осіб, які не змогли зареєструватися раніше або отримали відмову.

Запрошення на тестування для основної сесії стали доступними з 4 травня, а для додаткової – з 11 липня. Результати тестування за шкалою 100–200 балів були оприлюднені в персональних кабінетах учасників: для основної сесії – до 4 липня, для додаткової – до 30 липня.

У зв'язку з повномасштабним вторгненням Російської Федерації в Україну, 24 березня 2022 року Верховна Рада ухвалила рішення про скасування державної підсумкової атестації, зовнішнього незалежного оцінювання, єдиного вступного іспиту та єдиного професійного вступного іспиту. У результаті було запроваджено нову модель вступного випробування – Національний мультипредметний тест (НМТ), який у 2022–2024 роках став основною формою оцінювання знань абітурієнтів для вступу на бакалаврат на основі повної загальної середньої освіти. НМТ застосовувався як для вступу на бюджетні місця, так і на контрактні, зокрема на медичні та кон'юнктурні спеціальності.

У 2022 році тестування проводилося в період з липня по вересень у форматі комп'ютерного офлайн-тесту, що охоплював три навчальні предмети: українську мову, математику та історію України. Загальна кількість завдань становила 60 (по 20 з кожного предмета), а тривалість тесту – 120 хвилин. Оцінювання здійснювалося окремо за кожен блок, а результати оголошувалися одразу після завершення тестування. Для різних спеціальностей застосовувалися різні вагові коефіцієнти оцінок.

У 2023 році структура НМТ була розширена: українська мова та математика залишилися обов'язковими, а третій предмет абітурієнт обирав самостійно з переліку: історія України, одна з іноземних мов (англійська, німецька, французька або іспанська), біологія, хімія, фізика, географія або українська література. Загальна тривалість тестування становила 180 хвилин, умовно по 60 хвилин на кожен блок (Ukrainian Center for Educational Quality Assessment, 2025).

Національний мультипредметний тест (НМТ) проводиться у форматі очного комп'ютерного тестування в спеціально облаштованих тимчасових екзаменаційних центрах (ТЕЦ), які функціонують на базі закладів загальної середньої та вищої освіти. Приміщення забезпечуються необхідною кількістю комп'ютерної техніки, а в кожній аудиторії одночасно перебуває від 10 до 20 учасників під наглядом інструктора (Ukrainian Center for Educational Quality Assessment, 2025).

Зважаючи на воєнний стан в Україні та високу ймовірність повітряних тривог у різних регіонах, тестування не відбувається синхронно для всіх учасників. Абітурієнтам надається щонайменше десятиденний період для проходження тесту, що дозволяє гнучко обирати дату складання. У разі неможливості скласти тест у запланований день, учасник має змогу пройти його в інший день. Для забезпечення прозорості та унеможливлення фальсифікацій кожного разу використовується унікальний варіант тестових завдань.

Після завершення основної сесії передбачено проведення додаткової, участь у якій можуть взяти особи, що були змушені перервати тестування через

надзвичайні обставини – зокрема, повітряну тривогу або технічні перебої, такі як вимкнення електроенергії. Крім того, додаткова сесія доступна для тих, хто не зміг зареєструватися на основну сесію до визначеного терміну (до 19 квітня).

1.2. ОСВІТНІ ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РЕЗУЛЬТАТИ ТЕСТУВАННЯ

Результати зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) та Національного мультипредметного тесту (НМТ) є не лише інструментом відбору до закладів вищої освіти, а й важливим індикатором якості освітнього процесу в Україні. На них впливають як системні освітні чинники, так і індивідуальні особливості учнів, а також соціально-економічне середовище, в якому формується освітній потенціал (Dvoretzka, 2021).

Фактори, пов'язані з освітнім процесом:

Якість викладання. Рівень професійної підготовки педагогів, їхнє володіння сучасними методиками навчання, здатність адаптувати матеріал до потреб учнів відіграють ключову роль у формуванні знань. Відсутність належної кваліфікації або застарілі підходи до викладання можуть знижувати ефективність навчального процесу.

Навчальні програми. Структура та зміст навчальних програм мають відповідати вимогам державних стандартів та формату ЗНО/НМТ. Невідповідність між програмою та тестовими завданнями призводить до зниження результативності учнів.

Доступність освітніх ресурсів. Наявність підручників, методичних матеріалів, онлайн-платформ для самостійної підготовки є важливою умовою якісного засвоєння знань. Обмежений доступ до ресурсів, особливо в сільських школах, створює нерівні стартові умови.

Індивідуалізація навчання. Урахування індивідуальних потреб, темпу засвоєння матеріалу, сильних і слабких сторін учня сприяє підвищенню мотивації та результативності. Відсутність диференційованого підходу може призводити до втрати інтересу до навчання.

Фактори, пов'язані з освітнім процесом:

Якість викладання. Рівень професійної підготовки педагогів, їхнє володіння сучасними методиками навчання, здатність адаптувати матеріал до потреб учнів відіграють ключову роль у формуванні знань. Відсутність належної кваліфікації або застарілі підходи до викладання можуть знижувати ефективність навчального процесу.

Навчальні програми. Структура та зміст навчальних програм мають відповідати вимогам державних стандартів та формату ЗНО/НМТ. Невідповідність між програмою та тестовими завданнями призводить до зниження результативності учнів.

Доступність освітніх ресурсів. Наявність підручників, методичних матеріалів, онлайн-платформ для самостійної підготовки є важливою умовою якісного засвоєння знань. Обмежений доступ до ресурсів, особливо в сільських школах, створює нерівні стартові умови.

Індивідуалізація навчання. Урахування індивідуальних потреб, темпу засвоєння матеріалу, сильних і слабких сторін учня сприяє підвищенню мотивації та результативності. Відсутність диференційованого підходу може призводити до втрати інтересу до навчання.

Фактори, пов'язані з соціально-економічними умовами:

Доступ до додаткових освітніх послуг. Можливість залучення репетиторів, участі в підготовчих курсах, використання платних платформ для навчання створює додаткові переваги для учнів із забезпечених родин.

Фінансування освіти. Рівень матеріального забезпечення родини впливає на здатність учня придбати необхідні навчальні матеріали, технічні засоби для онлайн-підготовки, оплатити додаткові заняття. Це формує нерівність у доступі до якісної освіти.

Результати Національного мультипредметного тесту (НМТ) відображають не лише рівень підготовки абітурієнтів, які вступають до закладів вищої освіти, а й слугують індикатором якості шкільної освіти загалом. Хоча ці результати є лише підсумковим зрізом знань випускників, вони опосередковано

демонструють ефективність навчального процесу, доступність освітніх ресурсів, а також вплив позашкільної підготовки – зокрема, репетиторства (Cabinet of Ministers of Ukraine, 2004).

Варто враховувати, що на підсумкові бали можуть впливати й інші чинники: рівень стресу під час тестування, випадковість відповідей, соціально-економічні умови, а також індивідуальні особливості учасників. Проте навіть за наявності цих змінних результати НМТ дозволяють виявити певні освітні тенденції, які заслуговують на увагу з боку освітньої політики та практики.

Питання полягає не лише в тому, чи готові ми визнавати ці тенденції, а й у тому, чи здатні ми на основі їх аналізу впроваджувати зміни, спрямовані на підвищення якості освіти та забезпечення рівного доступу до неї.

Попри те, що результати тестування є лише підсумковим зрізом знань випускників, вони дозволяють виявити низку сталих тенденцій, які потребують глибшого аналізу:

Тенденція 1: Нерівномірність результатів між регіонами

Аналіз результатів НМТ свідчить про стабільно вищі бали в учасників із великих міст (Київ, Львів, Харків), порівняно з учнями з сільської місцевості або малих населених пунктів. Це може бути пов'язано з кращим матеріально-технічним забезпеченням шкіл, доступом до репетиторів та позашкільної підготовки.

Тенденція 2: Високий попит на репетиторські послуги

Значна частина учасників НМТ звертається до приватних викладачів для підготовки, особливо з математики та української мови. Це свідчить про недостатню ефективність шкільної підготовки або нерівномірний рівень викладання в різних навчальних закладах.

Тенденція 3: Складність завдань з математики

Упродовж останніх років спостерігається зниження середнього балу з математики порівняно з іншими предметами. Це може свідчити про загальну проблему з математичною грамотністю учнів або про невідповідність шкільної програми вимогам тестування.

Тенденція 4: Вплив стресових чинників

Формат НМТ, особливо в умовах воєнного стану, створює додаткове психологічне навантаження на учасників. Повітряні тривоги, технічні збої, нестабільність – усе це може впливати на концентрацію та результати тестування, незалежно від рівня підготовки.

Тенденція 5: Роль цифрової грамотності

Оскільки НМТ проводиться у форматі комп'ютерного тестування, рівень володіння цифровими навичками також впливає на результат. Учні, які не мають регулярного доступу до комп'ютерів або не володіють базовими навичками роботи з технікою, можуть втрачати дорогоцінний час під час виконання завдань.

1.3. ТЕОРЕТИЧНІ МОДЕЛІ ТА ПІДХОДИ ДО АНАЛІЗУ ОСВІТНІХ РЕЗУЛЬТАТІВ

На сьогодні у науковій та освітній практиці відсутнє чітке визначення поняття «якість освіти». У педагогічному контексті якість розглядається як системна методологічна категорія, що відображає ступінь відповідності освітніх результатів поставленим цілям, а також практичну значущість здобутих знань у конкретних умовах їх застосування для досягнення особистісних і суспільних цілей, зокрема – підвищення якості життя (Zhuk & Naumenko, 2023, p. 30).

Згідно з позицією провідних українських науковців, у межах Болонського процесу ключовими критеріями якості освіти виступають: рівень професійної підготовки фахівців, довіра між учасниками освітнього процесу, відповідність потребам європейського ринку праці, академічна мобільність, узгодженість кваліфікацій на етапах до- та післядипломної освіти, а також конкурентоспроможність європейської освітньої системи (Liashenko et al., 2017).

Водночас якість освіти розглядається як стратегічний національний пріоритет, що безпосередньо впливає на забезпечення національної безпеки, реалізацію конституційного права громадян на освіту, а також дотримання міжнародних стандартів і законодавчих норм України у сфері освіти.

У контексті освітніх вимірювань педагогічний контроль виступає ключовим механізмом оцінювання результатів навчання. Згідно з дослідженнями сучасних науковців, зокрема Л. В. Лебедик, ефективність контролю якості знань залежить від дотримання низки принципів, які забезпечують об'єктивність, гнучкість та мотиваційний потенціал освітнього процесу.

До основних принципів вимірювання якості знань належать (Liashenko et al., 2018, p. 112).:

Всебічність контролю. Оцінювання має охоплювати не лише теоретичні знання, а й практичні навички, що формуються в процесі навчання. Це дозволяє комплексно оцінити рівень підготовки здобувача освіти.

Індивідуалізація вимірювання. Контроль має бути спрямований на виявлення особистих досягнень і труднощів кожного учня чи студента, що сприяє формуванню адаптивної освітньої траєкторії.

Об'єктивність. Досягається шляхом стандартизації процедур оцінювання, що мінімізує вплив суб'єктивних чинників і забезпечує порівнюваність результатів.

Диференціація. Надання інформації про рівень навченості кожного здобувача освіти дозволяє коригувати навчальні стратегії та індивідуальні плани.

Гласність. Результати контролю мають бути доступними не лише для окремого учня, а й для групи загалом, що сприяє прозорості освітнього процесу та формуванню зворотного зв'язку.

Дієвість. Контроль має стимулювати учнів до подальших успіхів, орієнтувати їх на досягнення нових якісних результатів, формувати мотивацію до навчання.

Систематичність. Контроль має бути неперервним, із поступовим ускладненням завдань, змісту та методик, що відповідає логіці освітнього розвитку.

У сучасній практиці застосовуються такі види педагогічного контролю (Liashenko et al., 2019, p. 18).:

Попередній (діагностичний) – здійснюється на початку навчального циклу для визначення стартового рівня знань.

Поточний – проводиться регулярно впродовж навчання для моніторингу засвоєння матеріалу.

Тематичний – охоплює окремі розділи або теми навчальної програми.

Підсумковий – спрямований на оцінювання кінцевих результатів навчання.

Варто зазначити, що результати навчання не завжди можуть бути визначені миттєво, оскільки вони формуються поступово. Крім того, кожен метод оцінювання має наближений характер і певну частку суб'єктивності, що потребує обережного трактування результатів та їх інтерпретації в контексті освітньої динаміки.

У сучасних умовах ефективно оцінювання рівня знань, умінь, навичок і професійних якостей студентів потребує застосування комплексної діагностичної програми. Такий підхід передбачає використання різноманітних методів – від експертного оцінювання та самооцінки до комп'ютерного тестування, а також впровадження експериментальних методик, які взаємно доповнюють одна одну. Це дозволяє отримати багатовимірну картину освітніх результатів і забезпечити більш точне виявлення рівня сформованості компетентностей (President of Ukraine, 2008).

Кількісний аналіз результатів тестування доцільно поєднувати з емпіричними методами, що базуються на спостереженні, анкетуванні, інтерв'ю та інших формах збору даних. Для підвищення об'єктивності оцінювання окремих критеріїв і показників варто застосовувати перехресні методики, які дозволяють зіставити результати різних форм контролю та виявити узгодженість оцінок.

Проблематика освітніх вимірювань дедалі більше інтегрується в галузь педагогічної кваліметрії – наукового напрямку, що займається кількісним вимірюванням якості освітніх процесів і результатів. Термін «кваліметрія» походить від латинських слів *qualitas* – якість і *metrum* – вимірювання. Кваліметричний підхід передбачає перехід від переважно якісного, описового

аналізу до точного, метричного оцінювання педагогічних явищ. Це сприяє формуванню обґрунтованих висновків щодо ефективності освітніх технологій, програм та методик, а також дозволяє розробляти інструменти для порівняльного аналізу результатів навчання.

У сучасних освітніх установах, особливо на рівні вищої освіти, накопичується значний обсяг інформації про студентів: їхню академічну успішність, активність на заняттях, участь у проєктній діяльності, індивідуальні освітні траєкторії тощо. Такий масив даних потребує спеціалізованих підходів до обробки, аналізу та інтерпретації.

Одним із перспективних напрямів є застосування методів Big Data у поєднанні з комбінаторним аналізом, що є складовою дискретної математики. Це дозволяє не лише структурувати як структуровану, так і неструктуровану інформацію, а й виявляти приховані закономірності, будувати математичні моделі та здійснювати адаптивне управління освітніми процесами.

Обробка великих даних у сфері освіти відкриває можливості для:

виявлення ключових взаємозв'язків між навчальними методами та результатами студентів;

аналізу ефективності освітніх програм;

прогнозування академічної успішності;

персоналізації навчання на основі поведінкових та когнітивних даних.

Комбінаторний аналіз, у свою чергу, дозволяє досліджувати різні комбінації освітніх факторів, які можуть впливати на результати навчання. Наприклад, можна моделювати залежність між успішністю в окремих дисциплінах та загальним рівнем підготовки, або визначати оптимальні поєднання методів навчання для студентів з різними стилями засвоєння матеріалу (Haniushkin, 2024, p. 45).

Дискретна математика, зокрема її розділ – комбінаторний аналіз, надає потужний інструментарій для системного дослідження освітніх процесів. Завдяки здатності аналізувати множинні поєднання елементів, комбінаторний аналіз дозволяє моделювати оптимальні освітні траєкторії, враховуючи

індивідуальні особливості студентів, специфіку навчальних дисциплін та умови освітнього середовища.

На основі результатів попереднього аналізу освітніх даних можна визначити ефективні комбінації форм навчання – наприклад, поєднання традиційних аудиторних занять з онлайн-курсами, лабораторними практикумами та індивідуальними консультаціями. Такий підхід сприяє підвищенню якості засвоєння матеріалу та адаптації навчального процесу до потреб конкретної групи студентів.

Особливо актуальним є застосування дискретних математичних методів у контексті персоналізації навчання. Аналіз великих обсягів освітніх даних дозволяє формувати індивідуальні навчальні маршрути, які враховують рівень підготовки, стиль засвоєння інформації, темп навчання та інші характеристики студента. У технічних спеціальностях це може проявлятися у виборі оптимальних комбінацій дисциплін, що забезпечують глибше розуміння матеріалу та підвищують мотивацію до навчання.

Таким чином, комбінаторний аналіз виступає не лише засобом математичного моделювання, а й практичним інструментом для підвищення ефективності освітніх програм, забезпечення гнучкості навчальних планів та реалізації принципів адаптивного управління освітою.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ АНАЛІЗУ ОСВІТНІХ РЕЗУЛЬТАТІВ

2.1. КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕСТУВАННЯ

У сучасній системі освіти результати стандартизованого тестування, зокрема зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) та національного мультипредметного тесту (НМТ), відіграють ключову роль у визначенні рівня знань учнів, формуванні конкурсного балу та прийнятті рішень щодо вступу до закладів вищої освіти. Для об'єктивної оцінки цих результатів необхідне застосування кількісних методів аналізу, які дозволяють не лише виявити загальні тенденції, але й оцінити ефективність освітніх програм, рівень підготовки абітурієнтів та якість тестових інструментів (Cherevchenko, 2023, p. 55).

Кількісні методи базуються на математичних і статистичних підходах, що забезпечують точність, надійність та репрезентативність висновків. Серед них – розрахунок середніх значень, стандартного відхилення, кореляційних зв'язків, нормалізація балів, аналіз відсоткових часток та побудова динамічних моделей. Застосування таких методів дозволяє освітнім аналітикам, викладачам і адміністраторам приймати обґрунтовані рішення щодо вдосконалення навчального процесу та системи оцінювання (табл. 2. (Informatec Digital, n.d.).

Таблиця 2.1

Кількісні методи аналізу результатів ЗНО та НМТ

Метод аналізу	Опис	Застосування
Статистичний розподіл балів	Аналіз середнього, медіани, моди, стандартного відхилення	Визначення загального рівня успішності, виявлення відхилень
Порівняння між роками	Аналіз динаміки результатів у різні роки	Визначення тенденцій у якості освіти
Кореляційний аналіз	Визначення зв'язку між результатами НМТ і успішністю у ВНЗ	Прогнозування академічного потенціалу
Аналіз відсоткових часток	Частка учасників, які набрали певний поріг балів	Визначення прав на гранти, стипендії

Метод аналізу	Опис	Застосування
Нормалізація балів	Переведення результатів у шкалу 100–200 балів	Формування конкурсного балу
Формула конкурсного балу (КБ)	Розрахунок з урахуванням коефіцієнтів предметів, регіону, пріоритету	Визначення рейтингу вступника

Джерело: авторська розробка

Статистичний розподіл балів є одним із базових методів кількісного аналізу результатів тестування, зокрема ЗНО та НМТ. Він дозволяє оцінити загальний рівень успішності учасників, виявити крайні значення, а також визначити типову успішність за допомогою таких показників, як середнє арифметичне, медіана, мода, діапазон, стандартне відхилення та коефіцієнт варіації.

Основні статистичні показники:

Середнє арифметичне (μ) – характеризує загальний рівень знань учасників:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

де x_i – індивідуальні бали, nn – кількість учасників.

Медіана – значення, що розділяє вибірку на дві рівні частини. Вона менш чутлива до крайніх значень, ніж середнє.

Мода – найчастіше зустрічається значення балу серед учасників.

Діапазон – різниця між максимальним і мінімальним балом:

$$R = x_{max} - x_{min}.$$

Стандартне відхилення (σ) – показує, наскільки результати відхиляються від середнього значення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}.$$

Коефіцієнт варіації (CV) – відносна міра розсіювання балів:

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \cdot 100\%.$$

У дослідженні результатів НМТ-2024 середній бал з математики становив 128, медіана – 132, а стандартне відхилення – 18. Це свідчить про помірну варіативність результатів та зміщення розподілу в бік нижчих значень.

Порівняльний аналіз результатів ЗНО та НМТ у різні роки є важливим інструментом для оцінки динаміки якості освіти, ефективності навчальних програм, адаптації тестових завдань та соціальних чинників, що впливають на успішність учасників. Такий аналіз дозволяє виявити позитивні або негативні тенденції, прогнозувати майбутні результати та коригувати освітню політику.

Формула для розрахунку відсоткової зміни:

$$\Delta\% = \frac{X_{\text{поточний}} - X_{\text{попередній}}}{X_{\text{попередній}}} \cdot 100\%,$$

де X – середній або медіанний бал у відповідному році.

Таблиця 2.2

Порівняльний аналіз результатів

Предмет	Середній бал НМТ-2023	Середній бал НМТ-2024	Зміна (%)
Українська мова	145	148	+2.07%
Математика	132	128	-3.03%
Історія України	140	142	+1.43%

Джерело: авторська розробка

Кореляційний аналіз є одним із ключових статистичних методів, що дозволяє визначити силу та напрямок зв'язку між двома або більше змінними. У контексті ЗНО та НМТ цей метод застосовується для оцінки взаємозв'язку між результатами тестування та іншими показниками, такими як успішність у закладах вищої освіти, рівень підготовки в школі, соціально-економічні чинники, мотивація до навчання тощо.

Формула коефіцієнта кореляції Пірсона:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

де:

x_i – значення першої змінної (наприклад, бал ЗНО),

y_i – значення другої змінної (наприклад, середній бал у ВНЗ),

\bar{x} , \bar{y} – середні значення відповідних змінних.

Аналіз відсоткових часток є одним із найпростіших і водночас ефективних методів кількісного аналізу результатів ЗНО та НМТ. Він дозволяє оцінити частку учасників, які досягли певного рівня успішності, виявити крайні групи

(з високими або низькими балами), а також порівняти результати між регіонами, роками або предметами.

Формула для розрахунку відсоткової частки:

$$P = \frac{n_{\text{відповідних}}}{n_{\text{загальна}}} \cdot 100\%,$$

де:

$n_{\text{відповідних}}$ – кількість учасників, які відповідають критерію (наприклад, набрали ≥ 150 балів),

$n_{\text{загальна}}$ – загальна кількість учасників.

У НМТ-2024:

42% учасників набрали ≥ 150 балів з української мови.

28% – з математики.

51% – з історії України.

Ці дані свідчать про те, що найбільша частка учасників продемонструвала високий рівень знань з історії, а найменша – з математики, що може бути підставою для перегляду навчальних програм або формату завдань.

Нормалізація балів – це процес математичного перетворення сирих результатів тестування у стандартизовану шкалу, яка дозволяє порівнювати результати між різними учасниками, предметами або роками. У системі ЗНО та НМТ в Україні використовується шкала від 100 до 200 балів, яка забезпечує єдиний підхід до оцінювання незалежно від складності тесту чи рівня підготовки учасників.

Мета нормалізації:

Забезпечити справедливе порівняння результатів між учасниками.

Врахувати рівень складності тесту та статистичні характеристики вибірки.

Перевести сирі бали (кількість правильних відповідей) у рейтингову шкалу.

Використовувати нормалізовані бали для розрахунку конкурсного балу при вступі.

Формула нормалізації:

Типова формула для лінійного перетворення виглядає так:

$$B = 100 + \frac{(x - x_{\text{мін}})}{(x_{\text{макс}} - x_{\text{мін}})} \cdot 100\%,$$

де:

B – нормалізований бал,

x – сирий бал учасника,

$x_{\text{мін}}$ – мінімальний сирий бал у вибірці,

$x_{\text{макс}}$ – максимальний сирий бал у вибірці.

Конкурсний бал (КБ) – це інтегральний показник, який використовується для ранжування вступників до закладів вищої освіти України. Він розраховується на основі результатів ЗНО або НМТ, а також додаткових коефіцієнтів, що враховують пріоритетність заяви, регіональні особливості та успішність у навчанні.

Загальна формула конкурсного балу:

$$\text{КБ} = \frac{(K_1 \cdot P_1 + K_2 \cdot P_2 + K_3 \cdot P_3 + K_4 \cdot P_4)}{K_1 + K_2 + K_3 + \frac{K_4^{\text{макс}} + K_4}{2}},$$

де:

P_1, P_2, P_3 – результати ЗНО/НМТ з трьох основних предметів,

P_4 – додатковий показник (атестат, олімпіада, мотиваційний лист),

K_1, K_2, K_3, K_4 – вагові коефіцієнти відповідних компонентів,

$K_4^{\text{макс}}$ – максимальний можливий коефіцієнт для додаткового показника.

2.2. ЯКІСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСВІТНІХ ЧИННИКІВ

Якісні методи дослідження освітніх чинників дозволяють глибше зрозуміти мотивацію, досвід, переконання та поведінку учасників освітнього процесу. Вони базуються на аналізі описових даних, а не числових показників.

Якісні методи – це підходи до збору та аналізу даних, які зосереджуються на глибокому розумінні соціального контексту, суб'єктивного досвіду та освітніх процесів. Вони особливо корисні для дослідження складних освітніх явищ, які не піддаються кількісному вимірюванню (Naurok, *n.d.*).

Основні якісні методи в освітніх дослідженнях

Метод	Опис	Застосування в освіті
Глибинне інтерв'ю	Особиста бесіда з респондентом для виявлення його досвіду, мотивації	Аналіз мотивації учнів, ставлення до навчання, освітніх бар'єрів
Фокус-група	Дискусія в групі з 6–10 учасників на задану тему	Вивчення думок учителів, студентів, батьків щодо освітніх реформ
Спостереження	Систематичне вивчення поведінки в природному середовищі	Аналіз взаємодії в класі, стилів викладання, поведінки учнів
Аналіз документів	Вивчення освітніх програм, звітів, щоденників, есе	Оцінка змісту навчання, освітньої політики, інституційної культури
Наративний аналіз	Інтерпретація особистих історій, досвіду учасників	Дослідження освітніх траєкторій, впливу середовища на навчання
Дискурс-аналіз	Аналіз мови, термінів, риторики в освітньому контексті	Вивчення освітньої політики, медіа-дискурсу, комунікації в школах
Етнографія	Тривале занурення в освітнє середовище для комплексного опису	Дослідження шкільної культури, неформального навчання, ритуалів

Джерело: авторська розробка

Глибинне інтерв'ю є одним із найпоширеніших якісних методів дослідження в соціальних та освітніх науках. Його основна мета – отримання детальної, особистісно забарвленої інформації про досвід, мотивацію, переконання та поведінку респондентів. У контексті освітніх досліджень глибинне інтерв'ю дозволяє виявити чинники, що впливають на навчальні результати, ставлення до освіти, вибір професії, адаптацію до навчального середовища тощо.

Основні характеристики методу:

Індивідуальний формат: інтерв'ю проводиться один на один, що забезпечує конфіденційність і відкритість.

Гнучка структура: запитання можуть змінюватися залежно від ходу розмови, що дозволяє досліднику реагувати на нові теми.

Глибина аналізу: респондент має змогу висловити власні думки, емоції, досвід без обмежень формату анкетування.

Етапи проведення глибинного інтерв'ю:

Формулювання дослідницької мети – визначення, яку саме інформацію необхідно отримати (наприклад, мотивація учнів до навчання).

Підбір респондентів – вибір цільової групи (учні, студенти, викладачі, батьки).

Розробка гайд-інтерв'ю – створення переліку відкритих запитань, які охоплюють ключові теми.

Проведення інтерв'ю – запис розмови (аудіо або письмово), забезпечення комфортної атмосфери.

Аналіз даних – кодування відповідей, виявлення повторюваних тем, формулювання висновків.

Переваги методу:

Виявлення прихованих чинників, які не завжди проявляються у кількісних дослідженнях.

Можливість глибокого розуміння контексту освітнього середовища.

Створення багатовимірної картини освітнього процесу з урахуванням емоцій, досвіду, переконань.

Обмеження:

Трудомісткість – потребує багато часу на проведення та аналіз.

Суб'єктивність – результати залежать від інтерпретації дослідника.

Невелика вибірка – обмежена кількість респондентів не дозволяє узагальнювати результати на всю популяцію.

Глибинне інтерв'ю є незамінним інструментом у дослідженні освітніх чинників, особливо коли йдеться про вивчення мотивації, емоційного стану, освітніх потреб та очікувань учасників навчального процесу. Його застосування дозволяє доповнити кількісні дані та сформулювати комплексне уявлення про освітню реальність.

Фокус-група є одним із найефективніших якісних методів збору даних у соціальних та освітніх дослідженнях. Вона передбачає організовану дискусію невеликої групи учасників (зазвичай 6–10 осіб), яка проводиться за участі

модератора з метою виявлення думок, переконань, досвіду та очікувань щодо певного освітнього явища або проблеми.

Основні характеристики методу:

Групова взаємодія: учасники обмінюються думками, що дозволяє виявити колективні уявлення та соціальні механізми.

Модерована дискусія: ведучий (модератор) спрямовує розмову, ставить запитання, підтримує динаміку.

Гнучкість: структура обговорення може змінюватися залежно від реакцій учасників.

Глибина: метод дозволяє виявити не лише індивідуальні, а й групові освітні чинники.

Етапи організації фокус-групи:

Визначення теми дослідження – наприклад, ставлення учнів до дистанційного навчання.

Формування групи – добір учасників за критеріями (вік, статус, досвід).

Розробка сценарію – підготовка запитань, тем для обговорення, логіки дискусії.

Проведення сесії – запис розмови, спостереження за невербальними реакціями.

Аналіз даних – кодування відповідей, виявлення повторюваних тем, формування висновків.

Переваги методу:

Виявлення колективної думки та соціального контексту.

Можливість швидко зібрати багатогранну інформацію.

Стимулювання взаємного обміну досвідом між учасниками.

Обмеження:

Вплив домінуючих учасників – деякі думки можуть залишитися невисловленими.

Складність аналізу – велика кількість даних потребує ретельного кодування.

Обмежена репрезентативність – результати не завжди можна узагальнити.

Фокус-група є потужним інструментом для дослідження освітніх чинників, особливо коли важливо врахувати соціальну динаміку, колективні уявлення та емоційний контекст. Її застосування дозволяє глибше зрозуміти потреби учнів, викладачів, батьків та інших учасників освітнього процесу.

Спостереження є одним із найдавніших і водночас найефективніших якісних методів дослідження в освітній сфері. Воно дозволяє досліднику безпосередньо зануритися в освітнє середовище, фіксувати поведінку учасників навчального процесу, їхню взаємодію, реакції та динаміку освітніх подій у реальному часі. На відміну від опитувань чи інтерв'ю, спостереження не залежить від суб'єктивних відповідей, а базується на фактичних діях і ситуаціях.

Таблиця 2.4

Види спостереження

Тип спостереження	Характеристика	Застосування в освіті
Безпосереднє (пряме)	Дослідник особисто присутній у середовищі	Вивчення поведінки учнів у класі, стилю викладання
Опосередковане	Через відеозаписи, аудіо, щоденники, звіти	Аналіз дистанційного навчання, онлайн-уроків
Відкрите	Учасники знають, що за ними спостерігають	Етичне дослідження шкільного середовища
Приховане	Учасники не знають про спостереження	Вивчення природної поведінки без впливу дослідника
Структуроване	Спостереження за чітко визначеними критеріями	Оцінка методики викладання, дисципліни, активності
Неструктуроване	Вільне фіксування всього, що відбувається	Виявлення несподіваних чинників, атмосфери навчання

Джерело: (Kremenchuk National University, 2018).

Етапи проведення спостереження:

Формулювання мети дослідження – наприклад, вивчення взаємодії учнів і викладача.

Вибір типу спостереження – залежно від етичних норм і дослідницьких завдань.

Розробка інструментів фіксації – таблиці, чек-листи, щоденники спостереження.

Проведення спостереження – фіксація дій, реакцій, ситуацій.

Аналіз даних – кодування, узагальнення, формулювання висновків.

Переваги методу:

Дозволяє виявити реальні освітні процеси, а не лише заявлені.

Забезпечує контекстуальне розуміння поведінки учасників.

Може бути комбінованим із іншими методами (інтерв'ю, анкетування).

Обмеження:

Суб'єктивність інтерпретації – залежить від дослідника.

Етичні ризики – особливо при прихованому спостереженні.

Вплив присутності дослідника – може змінити поведінку учасників.

Спостереження є незамінним методом у дослідженні освітніх чинників, особливо коли йдеться про аналіз поведінки, комунікації, атмосфери навчання та ефективності педагогічних практик. Його застосування дозволяє отримати глибоке, контекстуальне розуміння освітнього середовища.

Аналіз документів є важливим якісним методом дослідження, який дозволяє вивчати освітні процеси, політики, практики та досвід учасників навчання через письмові джерела. Цей метод базується на систематичному вивченні текстових матеріалів, що мають освітнє значення, з метою виявлення змісту, ідей, тенденцій, контексту та прихованих смислів.

Джерела для аналізу:

Офіційні документи: навчальні програми, стандарти освіти, накази МОН, звіти шкіл.

Особисті документи: щоденники, есе, мотиваційні листи, портфоліо учнів.

Медіа-матеріали: публікації в освітніх ЗМІ, блоги, форуми, соціальні мережі.

Навчальні матеріали: підручники, методичні рекомендації, презентації, тести.

Етапи аналізу документів:

Визначення мети дослідження – наприклад, оцінка інклюзивності навчальних програм.

Вибір типу документів – залежно від дослідницького запиту.

Критерії відбору – актуальність, достовірність, репрезентативність.

Кодування змісту – виділення ключових тем, понять, фраз.

Інтерпретація – аналіз контексту, стилю, риторики, ідеології документа.

Переваги методу: доступ до історичних та нормативних джерел; можливість вивчення освітньої практики без втручання; забезпечує контекстуальне розуміння освітніх процесів; доповнює інтерв'ю та спостереження об'єктивними матеріалами.

Обмеження:

Обмежена глибина – документи не завжди відображають особистий досвід.

Суб'єктивність інтерпретації – залежить від дослідника.

Не завжди доступні – особливо особисті документи або внутрішні звіти.

Аналіз документів є незамінним методом у дослідженні освітніх чинників, особливо коли йдеться про вивчення політики, змісту навчання, інституційної культури та освітніх практик. Його застосування дозволяє сформулювати системне уявлення про освітнє середовище на основі письмових джерел.

Наративний аналіз – це якісний метод дослідження, який зосереджується на вивченні особистих історій, досвіду, переживань та освітніх траєкторій учасників навчального процесу. Він базується на припущенні, що люди осмислюють своє життя через розповіді, а отже, освітні чинники найкраще проявляються у формі наративів – послідовних, логічно структурованих описів подій, рішень, змін і рефлексій (Znaushov, *n.d.*).

Сутність методу:

Наративний аналіз дозволяє досліднику: виявити індивідуальні освітні траєкторії; зрозуміти мотивацію, бар'єри, емоції учасників навчання; вивчити вплив соціального контексту на освітні рішення; виявити цінності, переконання, очікування, що формують освітню поведінку.

Джерела наративів: особисті інтерв'ю (напівструктуровані або вільні); есе, щоденники, автобіографії учнів і студентів; мотиваційні листи, портфоліо, рефлексивні записи; творчі роботи, що містять елементи саморозповіді.

Етапи нарративного аналізу:

Збір нарративних даних – запис історій, текстів, інтерв'ю.

Ідентифікація ключових епізодів – події, що мають освітнє значення.

Кодування тем – мотивація, труднощі, підтримка, зміни, рішення.

Інтерпретація структури – початок, розвиток, кульмінація, наслідки.

Побудова узагальнених освітніх моделей – типові сценарії навчального досвіду.

Переваги методу: виявляє глибинні смисли освітнього досвіду; дозволяє інтерпретувати освітні чинники в контексті життя; сприяє емпатійному розумінню учасників навчального процесу; підходить для інклюзивних досліджень, де важлива особиста перспектива.

Обмеження:

Суб'єктивність – залежить від інтерпретації дослідника.

Трудомісткість – потребує глибокого аналізу текстів.

Невелика вибірка – не завжди дозволяє узагальнити результати.

Нарративний аналіз є потужним інструментом для дослідження освітніх чинників, особливо коли йдеться про вивчення індивідуального досвіду, мотивації, адаптації та трансформації в освітньому середовищі. Він дозволяє побачити освіту не лише як систему, а як особисту історію.

Дискурс-аналіз – це якісний метод дослідження, який зосереджується на вивченні мови, текстів, риторики та комунікативних практик у соціальному контексті. У сфері освіти він дозволяє дослідити, як через мову формуються уявлення про навчання, знання, владу, роль учня та викладача, а також як освітні політики та практики відображаються у публічному дискурсі.

Сутність методу:

Дискурс-аналіз передбачає:

Вивчення мовних конструкцій, які використовуються в освітніх документах, медіа, інтерв'ю, публічних виступах.

Аналіз риторичних стратегій, що впливають на сприйняття освіти.

Виявлення ідеологій, норм, цінностей, які закладені в освітньому дискурсі.

Розкриття влади та ієрархії, що проявляються через мову.

Джерела для дискурс-аналізу:

Офіційні документи: закони, накази МОН, освітні стандарти.

Публічні виступи: інтерв'ю міністрів, ректорів, освітніх експертів.

Медіа: статті, новини, блоги, соціальні мережі.

Навчальні матеріали: підручники, презентації, методичні рекомендації.

Комунікація в освітньому середовищі: листування, обговорення, форуми.

Етапи дискурс-аналізу:

Визначення теми – наприклад, дискурс інклюзивної освіти.

Вибір джерел – тексти, що репрезентують освітню політику або практику.

Кодування тексту – виділення ключових слів, фраз, стилістичних прийомів.

Інтерпретація – аналіз контексту, ідеології, соціального впливу.

Формулювання висновків – як мова формує освітні уявлення та поведінку.

Переваги методу: виявляє приховані смисли та ідеологічні установки в освітньому середовищі; дозволяє аналізувати вплив мови на освітні процеси; підходить для критичних досліджень освітньої політики та комунікації.

Обмеження:

Складність інтерпретації – потребує глибокої теоретичної підготовки.

Суб'єктивність – залежить від аналітичної позиції дослідника.

Не завжди доступні джерела – особливо внутрішні комунікації.

Дискурс-аналіз є потужним інструментом для дослідження освітніх чинників, особливо коли йдеться про вивчення мови як засобу формування освітньої реальності. Він дозволяє критично осмислити, як через тексти та риторику конструюється освітня політика, ідентичність учня, роль викладача та уявлення про знання.

Етнографія – це якісний метод дослідження, який передбачає тривале занурення дослідника в освітнє середовище з метою глибокого вивчення культурних, соціальних, поведінкових та комунікативних аспектів навчального процесу. Цей підхід дозволяє не лише спостерігати за освітніми явищами, а й

брати участь у них, аналізуючи контекст, взаємодію, ритуали, норми та цінності, що формують освітню культуру.

Етнографія є унікальним методом дослідження освітніх чинників, який дозволяє побачити навчання як живу соціокультурну практику. Вона відкриває доступ до глибинних процесів, що формують освітню реальність, і дає змогу врахувати голоси тих, хто щодня творить освіту зсередини.

2.3. КОМПЛЕКСНІ ПІДХОДИ ДО АНАЛІЗУ ОСВІТНІХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Аналіз освітніх результатів є багатовимірним процесом, що потребує інтеграції різних методологічних підходів для отримання повної, об'єктивної та контекстуально обґрунтованої картини. Комплексний аналіз дозволяє поєднати кількісні та якісні методи, врахувати індивідуальні, соціальні, інституційні та культурні чинники, що впливають на навчальні досягнення учнів і студентів (Ukrains'kyi tsentr otsiniuvannia yakosti osvity, 2019).

Таблиця 2.5

Компоненти комплексного аналізу

Компонент	Методи та інструменти	Приклад застосування
Кількісний аналіз	Статистика, нормалізація балів, кореляція, порівняння між роками	Аналіз результатів ЗНО/НМТ, побудова графіків успішності
Якісний аналіз	Інтерв'ю, фокус-групи, спостереження, наративи, дискурс-аналіз	Вивчення мотивації учнів, освітніх бар'єрів, досвіду
Контекстуальний аналіз	Аналіз соціального середовища, регіональних особливостей, освітньої політики	Порівняння результатів між міськими та сільськими школами
Інституційний аналіз	Вивчення внутрішніх документів, програм, практик	Оцінка ефективності навчальних програм у ЗВО
Динамічний аналіз	Відстеження змін у результатах протягом часу	Моніторинг успішності учнів протягом навчального року

Джерело: (Kremenchuk National University, 2018).

Комплексний підхід до аналізу освітніх результатів є необхідною умовою для сучасних освітніх досліджень, які прагнуть не лише фіксувати показники, а

й розуміти глибинні причини, контексти та наслідки освітніх явищ. Такий підхід сприяє формуванню ефективної, справедливої та адаптивної освітньої системи.

Комплексний підхід до аналізу освітніх результатів передбачає інтеграцію різних методологічних стратегій, що дозволяє отримати багатовимірне уявлення про якість та ефективність освітнього процесу. Такий підхід базується на поєднанні кількісних і якісних методів дослідження, що забезпечує не лише статистичну достовірність, а й глибинне розуміння соціального, психологічного та культурного контексту навчання (Kyiv National Linguistic University, 2024).

Кількісні методи – зокрема статистичний аналіз, нормалізація балів, кореляційні дослідження – дозволяють об'єктивно оцінити рівень навчальних досягнень, виявити закономірності, тенденції та відхилення. Водночас якісні методи – такі як глибинні інтерв'ю, фокус-групи, спостереження, нарративний та дискурс-аналіз – спрямовані на вивчення мотивації, досвіду, освітніх потреб і бар'єрів, що не піддаються кількісному вимірюванню.

Комплексний аналіз також передбачає багаторівневу структуру: індивідуальний рівень (учень, студент), груповий (клас, академічна група), інституційний (школа, університет), регіональний та національний. Це дозволяє враховувати вплив освітньої політики, соціального середовища, матеріально-технічного забезпечення та педагогічних практик на результати навчання.

Застосування комплексного підходу сприяє підвищенню валідності дослідження, забезпечує можливість формулювання обґрунтованих висновків і рекомендацій для освітньої політики, управління навчальними закладами та вдосконалення навчального процесу. Такий підхід є особливо актуальним в умовах трансформації освітнього середовища, цифровізації та зростання ролі інклюзивності та індивідуалізації навчання.

Комплексний підхід до аналізу освітніх результатів має низку суттєвих переваг, що зумовлюють його актуальність у сучасних освітніх дослідженнях. Насамперед, він забезпечує багатовимірність аналізу, дозволяючи поєднувати кількісні та якісні методи, що, у свою чергу, сприяє глибшому розумінню як

об'єктивних результатів навчання, так і суб'єктивного досвіду учасників освітнього процесу.

Однією з ключових переваг є підвищення валідності та надійності висновків. Завдяки використанню різних джерел даних і методів їх обробки, дослідник може здійснити перехресну перевірку результатів (тріангуляцію), що мінімізує ризик похибок та упередженості. Це особливо важливо в умовах складних соціальних і педагогічних контекстів, де одновимірні підходи можуть бути недостатніми.

Крім того, комплексний підхід дозволяє враховувати контекстуальні чинники, такі як соціально-економічне становище, культурні особливості, освітня політика, інституційні умови тощо. Це сприяє формуванню більш обґрунтованих і релевантних рекомендацій для освітньої практики та управління.

Ще однією перевагою є гнучкість і адаптивність: дослідник має змогу коригувати дослідницький дизайн відповідно до специфіки об'єкта дослідження, комбінуючи методи відповідно до поставлених цілей. Такий підхід також сприяє інтерпретації складних освітніх явищ, які не можуть бути повністю охоплені лише статистичними або лише описовими методами.

Зрештою, комплексний підхід створює умови для трансдисциплінарного аналізу, залучаючи знання з педагогіки, психології, соціології, економіки та інших галузей. Це дозволяє розглядати освіту як складну систему, в якій взаємодіють численні фактори, що формують навчальні результати.

РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ЧИННИКІВ НА РЕЗУЛЬТАТИ ЗНО ТА НМТ

3.1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СЕРЕДНІХ РЕЗУЛЬТАТІВ НМТ/ЗНО ЗА 2021–2024 РОКИ

У цьому розділі проведено економетричний аналіз впливу соціально-економічних та інфраструктурних факторів на середні результати Національного мультипредметного тесту (НМТ) та зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Для досягнення поставленої мети було використано наступні дані:

Таблиця 3.1

Зведена таблиця за 2021 рік

Регіон	Шкіл	Бал	% міського населення	забезпечення інтернет-послугами, абонентів на 100 жителів	Валовий регіональний продукт, млн грн
Львівська	507	122.7	61,2	70	296182
Волинська	316	121.8	52,2	63	92535
Сумська	258	119.3	69,8	53	105254
Київська	486	118.8	61,8	89	1276376
Харківська	377	117	81,4	40	319796
Рівненська	347	116.9	47,5	56	88859
Тернопільська	267	115.7	46,1	55	81485
Полтавська	337	114.5	62,7	48	266694
Донецька	429	114.5	91	38	283326
Черкаська	349	114	57,3	41	131154
Херсонська	252	113.7	61,4	58	88182
Вінницька	414	113.1	52,3	45	173531
Чернівецька	218	112.4	43,3	37	54582
Луганська	208	111.9	87,2	29	52135
Хмельницька	338	111.8	58	57	119876

Продовження табл. 3.1

Регіон	Шкіл	Бал	% міського населення	забезпечення інтернет-послугами, абонентів на 100 жителів	Валовий регіональний продукт, млн грн
Івано-Франківська	322	111.6	44,6	48	119680
Чернігівська	274	111.3	66	44	113474
Запорізька	303	110.8	77,5	61	228906
Дніпропетровська	566	110.2	84,2	54	582363
Кіровоградська	224	109.9	63,7	39	99564
Житомирська	363	107.5	59,6	48	113919
Одеська	421	106.3	67,3	66	271669
Миколаївська	255	103.4	68,8	53	124162
Закарпатська	296	101.8	37,2	41	75626

Джерело: (Osvita.ua, 2021), (Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2022;2024), (THE 17 GOALS | Sustainable Development, 2023)

Данні для 2023 та 2024 року наведено в додатках.

Для оцінки динаміки середніх результатів НМТ/ЗНО по регіонах проведено описовий статистичний аналіз за трьома роками.

Таблиця 3.2

Описовий статистичний аналіз

Показник	ЗНО 2021	НМТ 2023	НМТ 2024
Кількість спостережень	24	24	24
Середнє	112,95	139,68	135,26
Стандартне відхилення	5,16	1,98	2,35
Мінімум	101,80	136,32	131,53
Медіана	112,75	139,50	135,44
Максимум	122,70	145,44	141,86

Джерело: авторська розробка

Описова статистика показує чітку динаміку змін середніх результатів НМТ/ЗНО по регіонах України. Середній бал у 2021 році становив 112.95, у 2023 році — 139.68, а у 2024 — 135.27. Це свідчить про значне покращення освітніх результатів після 2021 року та незначне зниження у 2024 році.

Зменшення стандартного відхилення з 5.16 у 2021 до 1.98 у 2023 році вказує на скорочення регіональних відмінностей у якості підготовки. У 2024 році відхилення зросло до 2.35, що може означати часткове посилення нерівності між регіонами.

Діапазон балів у 2023–2024 роках звузився порівняно з 2021 роком, що підтверджує загальне скорочення диспропорцій у якості освіти між регіонами. Найвищі значення спостерігались у 2023 році, коли регіональні показники досягли найбільшої стабільності.

Таким чином, можна зробити висновок, що 2023 рік став періодом найбільшої уніфікації освітніх результатів, тоді як у 2024 році спостерігається незначне зниження й відновлення регіональної диференціації. Зміни середніх балів корелюють із покращенням інфраструктурних показників — зокрема, рівня забезпечення інтернет-послугами, який зріс у більшості регіонів у 2023 році. Це може свідчити про вплив цифрової доступності на ефективність навчання.

У подальшому буде представлено порівняльний графік динаміки середніх результатів по регіонах за 2021–2024 роки, що дозволить візуалізувати просторово-часові зміни та виявити регіони з найвищими темпами зростання або спадання результатів.

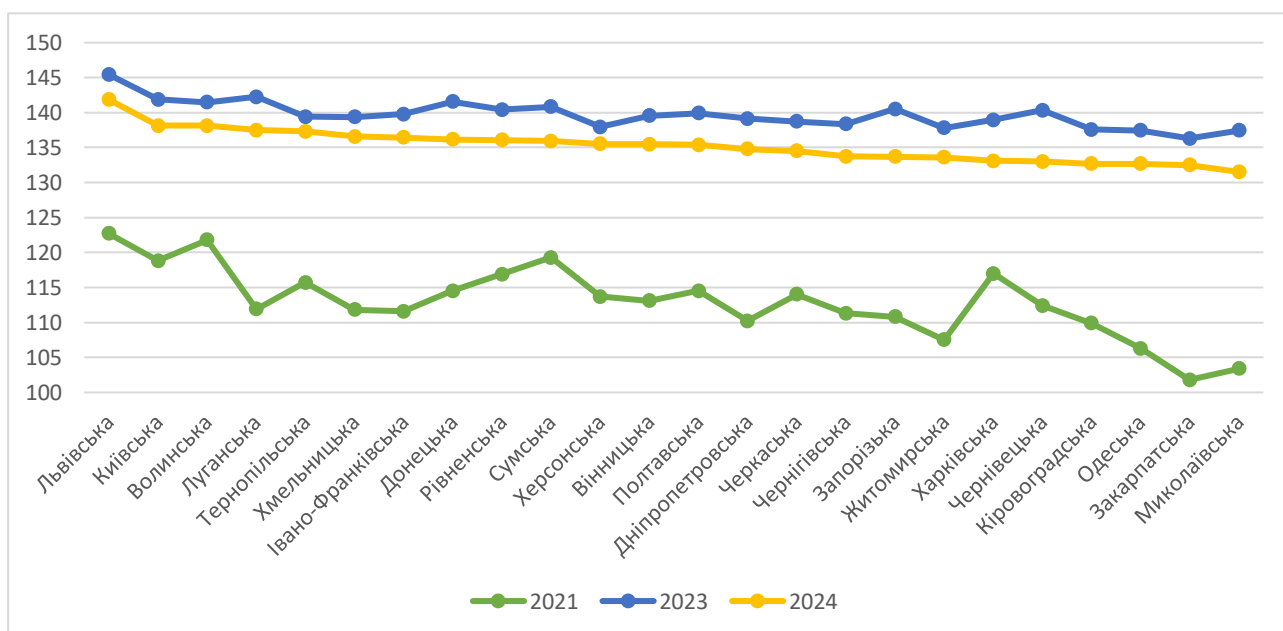


Рис. 1. Динаміка середніх балів по регіонах в 2021, 2023-2024 роках

Джерело: авторська розробка

З графіка можна побачити підтвердження, що у 2021 році спостерігаються найнижчі показники, тоді як у 2023 році відбулося суттєве зростання майже в усіх областях. У 2024 році результати дещо знизилися, проте залишилися значно вищими, ніж у 2021 році. Також підтверджується, що регіональні відмінності у 2023 році зменшилися – лінія є більш вирівняною, тоді як у 2021 році спостерігається більша нерівномірність.

3.2. КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ОСВІТНІХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Для оцінки взаємозв'язків між освітніми та соціально-економічними показниками регіонів було проведено кореляційний аналіз за допомогою метода Пірсона.

Було взято логарифм від валового регіонального продукту (log ВРП) для того, щоб зменшити асиметрію розподілу даних і забезпечити лінійність зв'язків між змінними у подальшому регресійному аналізі.

Таблиця 3.3

Кореляція показників для ЗНО 2021 року

	Бал_2021	Шкіл_на_100т_2021	%_Міського	Log_ВРП	Інтернет_2021
Бал_2021	1	0,102	0,039	0,148	0,350
Шкіл_на_100т_2021	0,102	1	-0,732	-0,336	0,274
%_Міського	0,039	-0,732	1	0,507	-0,118
log_ВРП	0,148	-0,336	0,507	1	0,398
Інтернет_2021	0,350	0,274	-0,118	0,398	1,000

Джерело: авторська розробка

За цими результатами можна зробити наступні висновки:

1. Найвищу кореляцію має доступ до інтернету ($r = 0.35$), що вказує на важливість інформаційно-комунікаційних технологій для підвищення якості освіти.

2. ВРП помірно пов'язаний із рівнем освіти ($r = 0.15$), що вказує на залежність результатів ЗНО від економічного розвитку регіону.

3. Кількість шкіл на 100 тис. населення має слабкий позитивний зв'язок із середнім балом ($r = 0.10$), проте негативно корелює з часткою міського населення ($r = -0.73$). Це означає, що в більш урбанізованих регіонах кількість шкіл менша, але вони краще укомплектовані.

4. Між урбанізацією та економічним розвитком існує помітна позитивна залежність ($r = 0.51$), що підтверджує традиційну тенденцію концентрації економічної активності в містах.

Таблиця 3.4

Кореляція показників для НМТ 2023 року

	Бал_2023	Шкіл_на_100т_2023	%_Міського	Інтернет_2023
Бал_2023	1	-0,175	0,202	0,322
Шкіл_на_100т_2023	-0,175	1	-0,771	0,296
%_Міського	0,202	-0,771	1	-0,212
Інтернет_2023	0,322	0,296	-0,212	1

Джерело: авторська розробка

Отриманні результати показують збереження важливості інформаційно-комунікаційних технологій ($r = 0.32$), але порівняно з 2021 роком, зв'язок частки міського населення зріз ($r = 0.2$). Це підтверджує тенденцію, що учасники з міських територій зазвичай показують кращі результати, ніж із сільських місцевостей, хоча зв'язок все ще слабкий.

Між середнім балом і кількістю шкіл на 100 тис. населення спостерігається негативна кореляція ($r = -0.175$). Це може свідчити, що у регіонах із більшою кількістю навчальних закладів (часто сільських) результати НМТ нижчі, що пояснюється нижчим рівнем матеріально-технічного забезпечення.

Найвищий негативний зв'язок спостерігається між показниками шкіл на 100 тис. населення та частка міського населення ($r = -0.77$). Це очікувано, адже

в урбанізованих регіонах кількість шкіл на 100 тис. жителів є меншою через вищу густоту населення.

Таблиця 3.5

Кореляція показників для НМТ 2024 року

	Бал_2024	Шкіл_на_100к_2024	%_Міського
Бал_2024	1	0,013	-0,036
Шкіл_на_100к_2024	0,013	1	-0,792
%_Міського	-0,036	-0,792	1

Джерело: авторська розробка

Результати кореляційного аналізу свідчать, що кількість шкіл та рівень урбанізації не мають суттєвого впливу на середні результати НМТ. Виявлені зв'язки є слабкими або відсутніми, що свідчить про переважання якісних факторів освіти над кількісними. Висока від'ємна кореляція ($r = -0,79$) між кількістю шкіл і часткою міського населення підтверджує, що в урбанізованих регіонах навчальні заклади є більш укрупненими, тоді як у сільських — більш розгалуженими.

Узагальнюючи результати за 2021–2024 роки, можна зробити висновок, що рівень інтернет-забезпечення залишається найбільш стабільним і значущим фактором, який позитивно впливає на результати НМТ/ЗНО. Економічний розвиток (ВРП) має помірний, але сталий зв'язок із освітніми показниками, підтверджуючи залежність якості освіти від соціально-економічного стану регіону.

Водночас кількість шкіл і рівень урбанізації мають слабкі або від'ємні кореляції з середнім балом, що свідчить про переважання якісних характеристик освітнього середовища над кількісними. Отже, ключову роль у формуванні результатів відіграють не кількість навчальних закладів чи рівень урбанізації, а доступ до сучасних технологій, цифрових ресурсів і рівень матеріально-технічного забезпечення освіти.

3.3. АНАЛІЗ МУЛЬТИКОЛІНЕАРНОСТІ ФАКТОРІВ

Для перевірки стабільності регресійних моделей та відсутності сильних кореляцій між незалежними змінними проведено розрахунок індексу інфляції дисперсії (VIF). Цей показник дозволяє оцінити рівень мультиколінеарності між факторами, що впливають на результати НМТ/ЗНО.

Таблиця 3.6

Мультиколінеарність ЗНО 2021 рік

Значення	VIF
Шкіл_на_100т_2021	2,36
%_Міського_населення	2,62
log_ВПП	1,91
Інтернет_2021	1,55

Джерело: авторська розробка

Значення VIF для 2021 року перебувають у межах норми (менше 5), що свідчить про відсутність мультиколінеарності між факторами. Найвищий показник має частка міського населення, що очікувано, оскільки вона частково пов'язана з економічним розвитком регіону. Усі змінні можуть бути одночасно використані в регресійній моделі.

Таблиця 3.7

Мультиколінеарність НМТ 2023 рік

Значення	VIF
Шкіл_на_100т_2021	2,59
%_Міського_населення	2,47
log_ВПП	1,10

Джерело: авторська розробка

У 2023 році показники VIF залишаються на рівні, близькому до 2, що свідчить незалежність факторів. Найменше значення має рівень забезпечення

інтернетом, через що можна сказати про його відносну незалежність від інших змінних.

Таблиця 3.8

Мультиколінеарність НМТ 2023 рік

Значення	VIF
Шкіл_на_100т_2021	2,68
%_Міського_населення	2,68

Джерело: авторська розробка

Результати 2024 року подібні до 2023 і також не виявляють мультиколінеарності. Значення VIF для обох факторів однакові та нижчі за критичний рівень.

Проведений аналіз мультиколінеарності показав, що в усі роки значення VIF не перевищують 3, що свідчить про відсутність суттєвих взаємних залежностей між факторами. Отже, використані змінні — рівень урбанізації, забезпечення інтернетом, кількість шкіл і ВРП — можуть бути одночасно включені в регресійний аналіз без ризику спотворення результатів через мультиколінеарність. Всі моделі є стійкими, а змінні — незалежними одна від одної. Тож, можна будувати регресійну модель.

3.4. РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ФАКТОРІВ НА РЕЗУЛЬТАТИ НМТ/ЗНО

Було побудовано лінійні регресійні моделі методом найменших квадратів для 2021, 2023 та 2024 років, для визначення статистично значущого впливу соціально-економічних та інфраструктурних показників на середній бал ЗНО/НМТ.

Для побудови регресійної моделі, як залежна змінна використовувався середній бал ЗНО 2019 року та НМТ 2023 - 2024 років, а як незалежні змінні використовувалися частка міського населення, кількість шкіл на 100 тисяч

жителів, рівень забезпечення інтернетом і валовий регіональний продукт (у логарифмі).

Таблиця 3.9

Результати лінійних моделей

Рік	R ²	F-statistic	p-Значення	Висновок
2021	0,140	0,716 (p=0,591)	Інтернет (p=0,160) %_Міського_населення (p=0,671) Шкіл_на_100т._населення (p=0,737) log(ВІП) (p=0,842)	Модель неадекватна; значущі показники відсутні
2023	0,193	1,137 (p=0,358)	Інтернет (p=0,116) %_Міського_населення (p=0,699) Шкіл_на_100т._населення (p=0,669)	Модель неадекватна; незначне зростання R ² ; значущі показники відсутні
2024	0,002	0,018 (p=0,982)	%_Міського_населення (p=0,856) Шкіл_на_100т._населення (p=0,909)	Модель неадекватна; значущі показники відсутні

Джерело: авторська розробка

Рівняння лінійної моделі для 2021 року:

$$Y = 0,764 * x_1 + 0,123 * x_2 - 0,443 * x_3 + 0,143 * x_4 + 103,206,$$

де:

x_1 – частка міського населення;

x_2 – шкіл на 100 тисяч населення;

x_3 – log(ВІП);

x_4 – Інтернет;

Рівняння лінійної моделі для 2023 року:

$$Y = 0,201 * x_1 - 0,048 * x_2 + 0,0535 * x_3 + 136,408,$$

де:

x_1 – частка міського населення;

x_2 – шкіл на 100 тисяч населення;

x_3 – Інтернет.

Рівняння лінійної моделі для 2024 року:

$$Y = -0,011 * x_1 - 0,013 * x_2 + 136,248,$$

де:

x_1 – частка міського населення;

x_2 – шкіл на 100 тисяч населення.

Модель за 2021 рік демонструє низьке значення коефіцієнта детермінації ($R^2 = 0,14$), що свідчить про слабке пояснення варіації результатів ЗНО обраними факторами. Найбільш вагомим, хоча й статистично незначущим, виступає показник забезпечення інтернетом ($p = 0,160$), що узгоджується з попередніми кореляційними висновками про роль цифрової інфраструктури.

В моделі за 2023 рік значення R^2 зросло до 0,19, що вказує на часткове покращення моделі. Позитивний вплив (але все ж незначущість) рівня інтернет-покриття зберігається, а решта факторів залишаються взагалі незначущими. Це може свідчити, що освітні результати більшою мірою визначаються нематеріальними чинниками — якістю освітнього середовища, педагогічними практиками тощо.

Модель за 2024 рік практично не пояснює варіацію результатів ($R^2 = 0,002$). Жоден фактор не демонструє статистичного впливу, що може бути наслідком стандартизації умов тестування та скорочення міжрегіональних відмінностей.

Частка міського населення у 2021 та 2023 роках має слабкий позитивний вплив на бали, що свідчить про кращі освітні можливості в урбанізованих регіонах. Кількість шкіл на 100 тисяч населення не демонструє суттєвого ефекту, а в окремі роки навіть має слабкий негативний зв'язок, що підкреслює важливість не кількості, а якості освітніх закладів. Доступ до Інтернету позитивно вплинув у 2023 році, що є закономірним у період активного дистанційного навчання.

У 2024 році вплив усіх факторів практично зникає, що вказує на вирівнювання умов та зменшення регіональних відмінностей у результатах НМТ.

Узагальнюючи, можна сказати, що проведений регресійний аналіз для 2021–2024 років показав, що жоден із досліджуваних соціально-економічних та

інфраструктурних факторів не має статистично значущого впливу на результати НМТ. Проте аналіз напрямів зв'язків дозволяє зробити низку важливих практичних спостережень.

Позитивні коефіцієнти при змінній «Інтернет» у 2021 та 2023 роках свідчать, що доступ до якісного інтернету потенційно підвищує результати учнів, навіть якщо статистична значущість не підтверджена. Це узгоджується з реальними тенденціями — цифровізація освіти, дистанційне навчання та доступ до навчальних онлайн-платформ дедалі більше впливають на якість підготовки школярів.

Загалом отримані результати підкреслюють, що якість освіти формується комплексом нематеріальних чинників — зокрема, рівнем цифрової грамотності, підготовкою вчителів, управлінням освітнім процесом і соціальною мотивацією учнів. Для підвищення результатів НМТ доцільно орієнтуватися не лише на кількісні показники (кількість шкіл чи частку міського населення), а й на інноваційні інструменти розвитку освітньої інфраструктури, модернізацію навчального середовища та розширення доступу до сучасних технологій.

З метою підвищення якості оцінювання було вибрано з інших нелінійних моделей та побудовано поліноміальні регресійні моделі для 2021, 2023 та 2024 років. На відміну від лінійних моделей, які продемонстрували низькі значення коефіцієнта детермінації та відсутність статистично значущих показників, поліноміальні моделі забезпечили помітно вищий R^2 , що свідчить про кращу відповідність даним та можливість врахування нелінійних залежностей у впливі факторів.

Таблиця 3.10

Результати поліноміальних моделей

Рік	R^2	F -statistic	p -Значення	Висновок
2021	0,269	0,339 ($p=0,937$)	Інтернет ² ($p=0,995$) %_Міського_населення ² ($p=0,739$) Шкіл_на_100т._населення ² ($p=0,413$) ВВП ² ($p=0,858$); Інтернет ($p=0,922$) %_Міського_населення ($p=0,739$) Шкіл_на_100т._населення ($p=0,508$) ВВП ($p=0,860$)	Модель неадекватна; значущі показники відсутні
Рік	R^2	F -statistic	p -Значення	Висновок

2023	0,389	1,649 ($p=0,855$)	Інтернет ² ($p=0,910$) %_Міського_населення ² ($p=0,826$) Шкіл_на_100т._населення ² ($p=0,224$) Інтернет ($p=0,962$) %_Міського_населення ($p=0,855$) Шкіл_на_100т._населення ($p=0,321$)	Модель неадекватна; незначне зростання R^2 ; значущі показники відсутні
2024	0,130	1,416 ($p=0,267$)	%_Міського_населення ² ($p=0,349$) Шкіл_на_100т._населення ² ($p=0,041$) %_Міського_населення ($p=0,404$) Шкіл_на_100т._населення ($p=0,019$)	Модель неадекватна; Кількість шкіл на 100тис. населення є значущим показником. Відсоток міського населення не є значущим показником

Джерело: авторська розробка

Рівняння поліноміальної моделі для 2021 року:

$$Y = 0,791 * x_1 - 3,064 * x_2 - 45,622 * x_3 + 0,147 * x_4 - 0,007 * x_1^2 + 0,067 * x_2^2 + 1,962 * x_3^2 + 0,00008 * x_4^2 + 382,333,$$

де:

x_1 – частка міського населення;

x_2 – шкіл на 100 тисяч населення;

x_3 – $\log(\text{ВПП})$;

x_4 – Інтернет;

Рівняння поліноміальної моделі для 2023 року:

$$Y = -0,071 * x_1 - 0,485 * x_2 - 0,039 * x_3 + 0,0007 * x_1^2 + 0,013 * x_2^2 + 0,009 * x_3^2 + 144,201,$$

де:

x_1 – частка міського населення;

x_2 – шкіл на 100 тисяч населення;

x_3 – Інтернет.

Рівняння поліноміальної моделі для 2024 року:

$$Y = 0,332 * x_1 - 0,662 * x_2 - 0,003 * x_1^2 + 0,016 * x_2^2 + 132,909,$$

де:

x_1 – частка міського населення;

x_2 – шкіл на 100 тисяч населення.

Поліноміальна модель для 2021 року показала зростання пояснювальної здатності ($R^2 = 0,269$), порівняно з лінійною ($R^2 = 0,14$). Проте всі коефіцієнти залишилися статистично незначущими, хоча найбільш ваговим показником стало кількість шкіл, а забезпечення інтернетом напвпаки найгіршим.

Модель для 2023 року має найвище значення $R^2 = 0,389$, що майже вдвічі перевищує результат лінійної моделі ($R^2 = 0,193$). Незважаючи на суттєве покращення пояснювальної сили, жоден окремий коефіцієнт не досягає статистичної значущості.

Для 2024 року модель хоча й має $R^2 = 0,13$, продемонструвала статистично значущий коефіцієнт для кількості шкіл. Це свідчить про існування нелінійної залежності: як дуже низька, так і надмірно висока кількість шкіл на 100 тисяч населення пов'язана з нижчими результатами НМТ. Можливим поясненням є різна якість шкільної інфраструктури або надмірна фрагментація навчальних закладів у певних регіонах.

Поліноміальні моделі другого порядку для результатів ЗНО/НМТ за 2021–2024 роки показали, що додавання квадратичних членів не покращує пояснювальну здатність моделей, а вплив таких факторів, як частка міського населення, кількість шкіл, рівень Інтернету чи ВРП, не формує виражених прямолінійних або нелінійних ефектів.

Лінійна модель і поліноміальна модель висвітлюють різні аспекти впливу соціально-економічних показників на результати НМТ/ЗНО.

У лінійній моделі головним фактором виступає розвиток цифрової інфраструктури (Інтернет) — хоча його вплив і не є статистично значущим, він стабільно демонструє позитивний напрям.

У поліноміальній моделі ключовим стає показник кількість шкіл на 100 тисяч населення, причому з доведеною статистичною значущістю в 2024 році.

Отже, лінійна модель відображає загальні соціально-економічні передумови, тоді як поліноміальна – глибше структуру освітньої системи, захоплюючи нелінійні ефекти та взаємодії факторів.

3.5. КОМПОНЕНТНО-ФАКТОРНИЙ АНАЛІЗ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ФАКТОРІВ РЕГІОНІВ

Для поглибленого вивчення взаємозв'язків між соціально-економічними та інфраструктурними показниками було проведено метод головних компонент (РСА) та факторний аналіз на змінних (кількість шкіл на 100 тис. населення, рівень урбанізації, забезпечення інтернетом та ВРП).

Метод РСА показав, що перші дві компоненти пояснюють 52.6% і 34.9% загальної дисперсії відповідно (сукупно $\approx 87.5\%$). Це означає, що двовимірне відображення адекватно узагальнює вихідну інформацію.

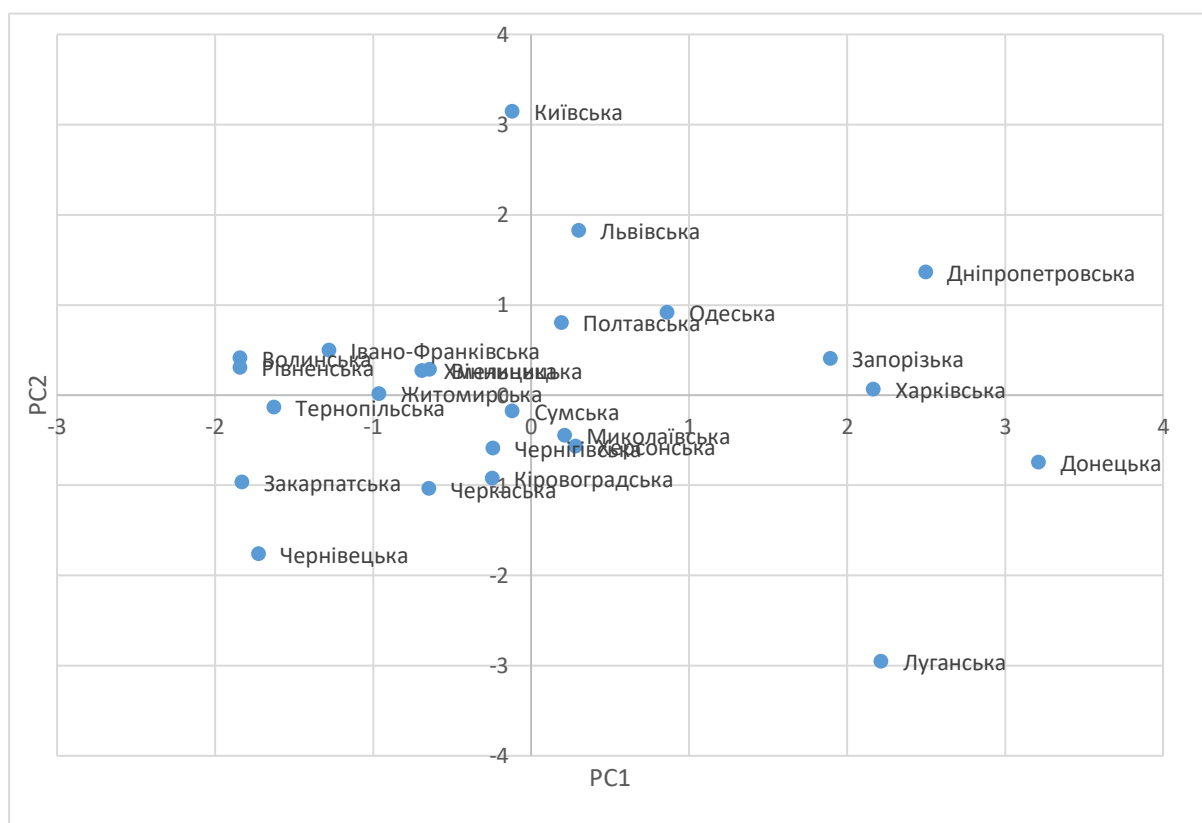


Рис. 2. Просторова структура регіонів України

Джерело: авторська розробка

За графіком можна побачити, що регіони правої частини (наприклад, Київська, Дніпропетровська, Харківська) мають високі значення PC1 – відповідають вищому рівню урбанізації та ВРП. Регіони нижньої лівої частини

(наприклад, Чернівецька, Закарпатська) мають низькі значення PC1 та PC2 – характеризуються нижчою цифровою забезпеченістю і економічним розвитком.

Групи регіонів, видимі на графіку, формують природні кластери для подальшого цільового аналізу політик.

За допомогою факторного аналізу (з двома факторами) було отримано результати, які наведені в таблиці. Для аналізу були відібрані стабільні структурні показники, які слабо змінюються у часі та можуть вважатися характеристиками регіону незалежно від року. Це дозволило побудувати валідну факторну модель та отримати латентні фактори, які відображають загальні соціально-економічні характеристики регіонів.

Таблиця 3.11

Навантаження факторів

Значення	Фактор_1	Фактор_2
Шкіл_на_100т_2024	-0,802	-0,263
Частка_міського_населення	0,952	0,097
Інтернет_2023	-0,141	-0,730
log_ВРП	0,598	-0,670

Джерело: авторська розробка

1. Фактор_1 (урбанізаційно-економічний): високі позитивні навантаження Частка_міського_населення (0.952) і log_ВРП (0.598) та сильне від’ємне навантаження Шкіл_на_100т (-0.802). Тобто, чим вищий PC1/Фактор_1, тим більша економічна активність і міська концентрація, але менша щільність шкіл на 100 тисяч (характерно для великих міст з укрупненими школами).

2. Фактор_2 (цифрова/інформаційна складова): помітні від’ємні навантаження для Інтернет_2023 (-0.730) і log_ВРП (-0.670). Регіони з високим (від’ємним) значенням Фактора_2 мають сильне інтернет-покриття, але більш складні взаємозв’язки з ВРП.

Підсумовуючи, можна зробити висновок, що дві латентні складові (урбанізаційно-економічна та цифрова) пояснюють майже 88% варіації — це

дозволяє звести аналіз факторів до двох ключових профілів регіонів. Великі міські центри (Київська, Дніпропетровська, Харківська) позиціонуються як економічно сильні з вираженим урбанізаційним профілем; Західні та частина центральних областей як менш урбанізовані й із слабкішою цифровою інфраструктурою.

Результати PCA/FA дають підґрунтя для диференційованих політик: інвестиції в цифрову інфраструктуру в низькорозвинених регіонах та підтримка шкільної мережі у містах, орієнтовані на підвищення якості освіти.

3.6. КЛАСТЕРИЗАЦІЯ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ФАКТОРІВ

У цьому розділі здійснено кластеризацію регіонів України з метою виявлення типових груп областей, що характеризуються подібними соціально-економічними умовами. Для аналізу використано ті самі змінні, що застосовувалися на попередньому етапі при проведенні аналізу головних компонент та факторного аналізу: кількість шкіл на 100 тисяч населення (2024 р.), частка міського населення, рівень інтернет-покриття (2023 р.) та логарифм ВРП.

Попередньо дані були стандартизовані, після чого за допомогою методу головних компонент зменшено кількість вимірів до двох головних компонент. На їх основі було виконано кластеризацію методом k -середніх із кількістю кластерів $k = 3$. Це дозволило виявити регіони, що групуються за схожими соціально-економічними характеристиками, та представити їх у двовимірному просторі.

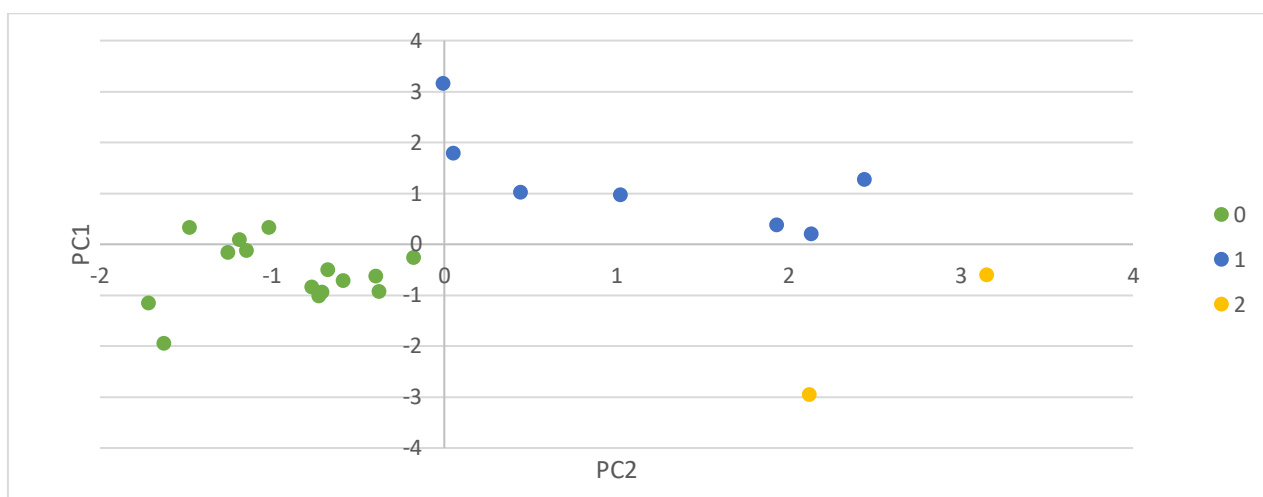


Рис. 3. Графічна візуалізація кластерів

Джерело: авторська розробка

За результатами застосування методу k-середніх отримано три окремі кластери, які відрізняються за своїми соціально-економічними характеристиками.

1. Кластер 0 — регіони з помірним рівнем розвитку:

До цього кластеру належать: Волинська, Тернопільська, Хмельницька, Івано-Франківська, Рівненська, Сумська, Херсонська, Вінницька, Черкаська, Чернігівська, Житомирська, Чернівецька, Кіровоградська, Закарпатська, Миколаївська.

Це регіони зі збалансованими, але відносно середніми показниками соціально-економічного розвитку. Вони характеризуються помірною урбанізацією, середнім рівнем інтернет-доступу та середньою забезпеченістю навчальними закладами.

2. Кластер 1 - економічно розвинені регіони:

До цього кластеру належать: Львівська, Київська, Полтавська, Дніпропетровська, Запорізька, Харківська, Одеська.

Ці області вирізняються високим рівнем урбанізації, кращим інтернет-покриттям, підвищеним рівнем економічної активності та більшою концентрацією ресурсів. Саме вони формують «економічне ядро» України.

3. Кластер 2 — регіони з критично низькими показниками:

До кластера увійшли лише Луганська та Донецька області.

Вони виділилися в окремий кластер через значне відхилення від інших регіонів: низький рівень інфраструктури, зниження інтернет-покриття, погіршення показників розвитку освіти та серйозні наслідки воєнних дій. Це пояснює їхню відокремленість від загальної структури.

У висновку, проведена кластеризація дозволила виділити три логічні та інтерпретовані групи регіонів, що суттєво відрізняються за соціально-економічними характеристиками. Виявлено, що більшість областей формують кластер із середніми показниками розвитку, тоді як окрема група економічно потужних регіонів демонструє вищі значення урбанізації та ВРП. Окремо виділяються регіони із значно погіршеними показниками, що пов'язано з впливом війни та руйнуванням інфраструктури.

Отримані результати підтверджують наявність значної регіональної диференціації в Україні. Це може допомогти в подальшому сформувати пріоритизації інвестицій та визначення напрямів державної підтримки для поліпшення освітнього розвитку.

3.7. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗНО/НМТ

У цьому розділі оцінюється можливість використання сучасних методів машинного навчання — Random Forest та Gradient Boosting — для прогнозування середніх регіональних результатів ЗНО/НМТ на основі доступних соціально-демографічних параметрів.

Переважність моделі машинного навчання в тому, що вони здатні виявляти нелінійні залежності, складні взаємодії та приховані закономірності. Через що їх застосування допомагає зрозуміти структуру впливу факторів на освітні результати, навіть якщо класичні статистичні методи показують обмежені результати.

Усі моделі оцінювалися за допомогою перехресної перевірки, що дозволяє перевірити їхню здатність узагальнювати інформацію поза вибіркою. Проте кількість спостережень, а саме 24 регіони України, є суттєвим обмеженням на ефективність методів машинного навчання.

Таблиця 3.12

Оцінка моделей машинного навчання для 2021 року

Модель	CV R ²	CV RMSE	Інтернет	Шкіл_на_100т._населення на 100т	%_міського населення	log(ВВП)
Random Forest	– 1,819 ± 1,263	6,030	0,308	0,258	0,239	0,195
Gradient Boosting	– 4,607 ± 5,500	6,901	0,203	0,299	0,248	0,250

Джерело: авторська розробка

За цими результатами, обидві моделі показали негативний R², що означає якість прогнозу гіршу, ніж прогноз середнього значення.

Найважливішими ознаками у 2021 році стали:

1. Доступ до інтернету (у Random Forest).
2. Кількість шкіл на душу населення (у Gradient Boosting).

Логарифм ВВП та частка міського населення продемонстрували меншу, але стабільну важливість.

Рівень помилки (RMSE ≈ 6) свідчить, що моделі не здатні точно відтворити варіації регіональних середніх балів.

Таблиця 3.13

Оцінка моделей машинного навчання для 2023 року

Модель	CV R ²	CV RMSE	Інтернет	%_міського населення	Шкіл_на_100т._населення на 100т
Random Forest	–0,423 ± 0,563	1,909	0,498	0,266	0,236
Gradient Boosting	–0,611 ± 0,762	2,012	0,480	0,187	0,333

Джерело: авторська розробка

Хоча R^2 залишається негативним, у 2023 році результати покращилися порівняно з 2021 роком (RMSE зменшився до ≈ 2). Найважливішим фактором став доступ до інтернету. Тобто моделі машинного навчання повторюють результати регресійного аналізу.

Важливість кількості шкіл та частки міського населення зберігається, але поступається інтернет-покриттю. Це підтверджує, що цифрова інфраструктура є ключовим регіональним чинником освітніх результатів.

Таблиця 3.14

Оцінка моделей машинного навчання для 2023 року

Модель	CV R^2	CV RMSE	% міського населення	Шкіл_на_100т._населення на 100к
Random Forest	$-1,188 \pm 1,199$	2,573	0,605	0,395
Gradient Boosting	$-2,895 \pm 2,874$	3,264	0,618	0,382

Джерело: авторська розробка

Моделі знову не демонструють позитивного R^2 , хоча RMSE залишається відносно невисоким. Найбільш значущою ознакою стає частка міського населення, що свідчить про зростання важливості урбанізаційних факторів для результатів НМТ.

Підсумовуючи, методи машинного навчання не змогли побудувати точні прогностичні моделі, що підтверджується стабільно негативним R^2 у перехресній перевірці. Це означає, що у наявному наборі ознак відсутня достатня інформація для точного передбачення регіональних результатів ЗНО/НМТ. Основна причина низької ефективності моделей — мала вибірка (24 спостереження), яка є надто обмеженою для алгоритмів, що потребують великої кількості даних.

Незважаючи на слабе прогнозування, моделі машинного навчання дозволили визначити стабільно важливі фактори, а саме:

1. Доступ до інтернету — найважливіший предиктор у 2021–2023 роках.
2. Частка міського населення — ключовий чинник у 2024 році.

3. Кількість шкіл на 100 тисяч населення — фактор середньої, але стабільної важливості.

Соціально-демографічні показники на рівні регіонів не забезпечують достатньої точності прогнозування освітніх результатів, незалежно від складності моделі. Для ефективного машинного навчання потрібні більш деталізовані дані — на рівні закладів освіти або індивідуальних учнів.

3.8. РЕКОМЕНДАЦІЇ

Результати аналізу показали відсутність статистично значущого впливу показників (кількість шкіл на 100 тис. населення, рівень урбанізації, ВРП та рівень інтернет-доступу) на середні результати ЗНО та НМТ. Це свідчить про те, що ефективність освітньої системи визначається переважно не кількісними характеристиками інфраструктури, а якістю освітнього процесу та доступом учнів до сучасних ресурсів, тому можна запропонувати наступні рекомендації:

- зосередити освітню політику на підвищенні якості навчання, зокрема шляхом модернізації змісту освітніх програм, розвитку професійної компетентності вчителів та впровадження інноваційних педагогічних методик;
- активно впроваджувати цифрові технології у навчальний процес, забезпечуючи учням не лише технічний доступ до інтернету, а й реальну можливість використання сучасних освітніх онлайн-платформ та адаптивних систем підготовки до тестувань;
- переорієнтувати управління освітньою інфраструктурою з кількісного на якісний підхід, що передбачає не збільшення кількості закладів освіти, а їхню модернізацію, оновлення матеріально-технічної бази та кадрове підсилення;

- використовувати методи аналізу та моделі машинного навчання для прогнозування ризиків низької успішності, що допоможе своєчасно впливати на освітні процеси та підвищувати результат середніх балів.

Застосування зазначених рекомендацій допоможе підвищити якість освіти, зменшенню регіональних відмінностей та умов сприятливих для розвитку потенціалу учнів незалежно від регіону проживання чи урбанізації.

ВИСНОВОК

Було проведено комплексне економетричне дослідження впливу різних чинників, такі як соціально-економічних, демографічних та освітніх, на середні результати ЗНО 2021 року та НМТ 2023–2024 років, в ході якого було виявлено наступні висновки:

✓ сила зв'язку між факторами та результатами тестування змінюється у різні роки, проте у всіх періодах найпомітнішу роль відіграють такі фактори, як рівень урбанізації та забезпеченість інтернетом;

✓ кількість шкіл на 100 тисяч населення в усі роки має слабкий або негативний зв'язок із середнім балом, що свідчить про перевагу якості закладів над їх кількістю та характерну для сільських територій фрагментованість освітньої інфраструктури;

✓ лінійні моделі показали, що жоден із факторів не має стабільного та однозначного впливу на рівень результатів у всіх роках;

✓ поліноміальні моделі другого порядку продемонстрували наявність певних нелінійних ефектів, однак у більшості випадків квадратичні компоненти не призводили до суттєвого підвищення якості моделі, це свідчить про те, що між регіональними характеристиками і освітніми результатами існують складні структури взаємодій, але дані не дозволяють виокремити чітку нелінійну залежність;

✓ аналіз головних компонент засвідчив, що більша частина варіативності факторів пояснюється двома латентними компонентами: «урбанізаційно-економічним» та «інфраструктурно-цифровим»;

✓ факторний аналіз підтвердив існування цих прихованих вимірів і показав, що рівень урбанізації та ВРП формують спільний фактор розвитку території, тоді як забезпеченість інтернетом та щільність шкільної мережі утворюють окремий інфраструктурний чинник.

✓ кластеризація регіонів України на основі факторних та компонентних ознак дозволила чітко виділити три групи територій;

✓ методи машинного навчання, попри невисокі показники точності, дозволили ідентифікувати ранги важливості факторів (найсуттєвішими предикторами стабільно виступають рівень доступу до інтернету та частка міського населення, що узгоджується з висновками кореляційного та регресійного аналізу;

✓ результати дослідження свідчать, що регіональні освітні результати формуються під впливом комплексних умов, які не обмежуються суто економічним розвитком території, а ефективність шкільної мережі визначається не кількістю закладів, а рівнем їх оснащення та кадровим потенціалом.

Таким чином, всі поставлені задачі в роботі можна вважати вирішеними, і мета роботи досягнута.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ганюшкін О.Г. (2024). *Комбінаторний аналіз: Навчальний посібник*. К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет". 346 с.
Haniushkin, O. H. (2024). *Kombinatornyi analiz: Navchal'nyi posibnyk*. Kyiv: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr "Kyivskyi universytet".
2. Дворецька Л.П. (2021). *Зовнішнє незалежне оцінювання навчальних досягнень учнів як метод в системі внутрішнього контролю та оцінювання якості освіти в закладі загальної середньої освіти*. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/730203/1/TOPICAL-ISSUES-OF-MODERN-SCIENCE1-3.11.21-524-528.pdf>
Dvoretzka, L. P. (2021). *Zovnishnie nezalezhne otsiniuvannia navchal'nykh dosiahnen' uchniv yak metod v systemi vnutrishnioho kontroliu ta otsiniuvannia yakosti osvity v zakladi zahal'noi serednioi osvity*. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/730203/1/TOPICAL-ISSUES-OF-MODERN-SCIENCE1-3.11.21-524-528.pdf>
3. *Деякі питання запровадження зовнішнього незалежного оцінювання та моніторингу якості освіти: постанова Кабінету Міністрів України від 25.08.2004 р. 69 № 1095*. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/KP041095?an=511>
Cabinet of Ministers of Ukraine. (2004, August 25). *Deiaki pytannia zaprovadzhennia zovnishnioho nezalezhnoho otsiniuvannia ta monitorynhu yakosti osvity: Postanova № 1095*. <https://ips.ligazakon.net/document/KP041095?an=511>
4. *Дослідження: через тестування зменшився рівень корупції*. Osvita.ua. URL: https://osvita.ua/test/test_article/2876/#google_vignette
Osvita.ua. *Doslidzhennia: cherez testuvannia zmenshyvsia riven' koruptsii*. https://osvita.ua/test/test_article/2876/#google_vignette
5. Жук Ю.О., та Науменко С.О. (2023). Засоби та інструменти діагностики освітніх втрат. У О. М. Топузов (Ред.), *Діагностика та компенсація освітніх втрат у загальній середній освіті України: методичні рекомендації* (с. 26-46).

Київ: Педагогічна думка. URL: <https://doi.org/10.32405/978-966-644-736-7-2023-190>.

Zhuk, Yu. O., & Naumenko, S. O. (2023). Zasoby ta instrumenty diahnostryky osvity vtrah. In O. M. Topuzov (Ed.), *Diahnostryka ta kompensatsiia osvity vtrah u zahal'nyy serednyy osvity Ukrainy: Metodychni rekomendatsii* (pp. 26–46). Kyiv: Pedagogichna dumka. <https://doi.org/10.32405/978-966-644-736-7-2023-190>

6. ЗНО в Україні (історична довідка). URL: <https://euroosvita.net/prog/print.php/prog/print.php?id=1128&-id=4392>

Euroosvita. ZNO v Ukraini (istorichna dovidka). <https://euroosvita.net/prog/print.php/prog/print.php?id=1128&-id=4392>

7. Карандій В. ЗНО невід'ємна складова освітньої галузі. URL: <https://osvita.ua/blogs/52287>

Karandii, V. ZNO nevid'iemna skladova osvitynoi haluzi. <https://osvita.ua/blogs/52287>

8. *Компаративний аналіз літературно-художнього тексту: навчальний посібник*. Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини. Укладач: О. М. Черевченко. Умань: Візаві, 2023. – 144 с.

Cherevchenko, O. M. (2023). *Komparatyvnyi analiz literaturno-khudozhnoho tekstu: Navchal'nyi posibnyk*. Uman': Vizavi.

9. Ляшенко О.І., Жук Ю.О., Ващенко, Л.С., Гривко А.В., та Науменко С.О. (2017). *Тестові технології оцінювання компетентностей учнів: посібник*. Київ: Видавничий дім «Сам». URL: <https://lib.iitta.gov.ua/711199/>.

Liashenko, O. I., Zhuk, Yu. O., Vashchenko, L. S., Hryvko, A. V., & Naumenko, S. O. (2017). *Testovi tekhnolohii otsiniuvannia kompetentnostei uchniv: Posibnyk*. Kyiv: Vydavnychiy dim "Sam". <https://lib.iitta.gov.ua/711199/>

10. Ляшенко О.І., Лукіна Т.О., Жук Ю.О., Ващенко Л.С., Гривко А.В., та Науменко С.О. (2018). *Теоретико-методичні засади побудови моніторингових систем оцінювання якості загальної середньої освіти: монографія*. Київ: ТОВ «КОНВІ ПРІНТ». URL: <https://lib.iitta.gov.ua/713252/>.

Liashenko, O. I., Lukina, T. O., Zhuk, Yu. O., Vashchenko, L. S., Hryvko, A. V., & Naumenko, S. O. (2018). *Teoretyko-metodychni zasady pobudovy monitorynhovykh system otsiniuvannia yakosti zahal'noi serednioi osvity: Monohrafiia*. Kyiv: TOV "KONVI PRINT". <https://lib.iitta.gov.ua/713252/>

11. Ляшенко О.І., Лукіна Т.О., Жук Ю.О., Ващенко Л.С., Гривко А.В., Науменко С.О., та Топузова А. В. (2019). *Запровадження моніторингових систем оцінювання якості освіти на основі тестових технологій: методичні рекомендації*. Київ: Педагогічна думка. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/719870/>.

Liashenko, O. I., Lukina, T. O., Zhuk, Yu. O., Vashchenko, L. S., Hryvko, A. V., Naumenko, S. O., & Topuzova, A. V. (2019). *Zaprovadzhennia monitorynhovykh system otsiniuvannia yakosti osvity na osnovi testovykh tekhnolohii: Metodychni rekomendatsii*. Kyiv: Pedagogichna dumka. <https://lib.iitta.gov.ua/719870/>

12. *Методи кількісного аналізу даних*. URL: <https://informatecdigital.com/uk/кількісні-методи-аналізу-даних>

Informatec Digital. (*Metody kil'kisnoho analizu danykh*). <https://informatecdigital.com/uk/кількісні-методи-аналізу-даних>

13. *Методи покращення якості освіти: комплексний підхід*. URL: <https://naurok.com.ua/metodi-pokraschennya-yakosti-osviti-kompleksniy-pidhid-433055.html>

Naurok. (n.d.). *Metody pokrashchennia yakosti osvity: Kompleksnyi pidkhid*. <https://naurok.com.ua/metodi-pokraschennya-yakosti-osviti-kompleksniy-pidhid-433055.html>

14. *Нові підходи та особливості оцінювання результатів навчання*. URL: https://znayshov.com/FR/38653/novi_vimogi-5-23.pdf

Znayshov. *Novi pidkhody ta osoblyvosti otsiniuvannia rezultativ navchannia*. https://znayshov.com/FR/38653/novi_vimogi-5-23.pdf

15. *Освіта України в умовах воєнного стану. Інформаційно-аналітичний збірник*. URL: <https://mon.gov.ua/staticobjects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/serpnevakonferencia/2022/Mizhn.serpn.ped.naukprakt.konferentsiya/Informanalityc.zbirnOsvita.Ukrayiny.v.uumovak.voyennoho.stanu.22.08.2022.pdf>

Ministry of Education and Science of Ukraine. (2022). *Osvita Ukrainy v umovakh voiennoho stanu: Informatsiino-analitychnyi zbirnyk*. <https://mon.gov.ua/staticobjects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/serpnevakonferencia/2022/Mizhn.serp.n.ped.naukprakt.konferentsiya/Informanalityc.zbirnOsvita.Ukrayiny.v.uumovak.voyennoho.stanu.22.08.2022.pdf>

16. *Основне про НМТ-2025*. URL: <https://testportal.gov.ua/osnovne-pro-nmt/>
 Ukrainian Center for Educational Quality Assessment. (2025). *Osnovne pro NMT-2025*. <https://testportal.gov.ua/osnovne-pro-nmt/>

17. *Порядок прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2022 році, затверджений наказом Міністерства освіти і науки України 27 квітня 2022 року № 392 (зі змінами, внесеними наказом Міністерства освіти і науки України від 02 травня 2022 року № 400)*. URL: <https://undip.org.ua/library/diahnostyka-ta-kompensatsiia-osvitnikh-vtrat-u-zahalniy-seredniy-osviti-ukrainy-metodychni-rekomendatsii/>.

Ministry of Education and Science of Ukraine. (2022, April 27). *Poriadok pryomu na navchannia dlia zdobuttia vyshchoi osvity v 2022 rotsi: Nakaz № 392 (zi zminamy vid 02.05.2022 № 400)*. <https://undip.org.ua/library/diahnostyka-ta-kompensatsiia-osvitnikh-vtrat-u-zahalniy-seredniy-osviti-ukrainy-metodychni-rekomendatsii/>

18. *Про вищу освіту: Закон України від 01.07.2014 р. № 1556-VII* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>

Verkhovna Rada of Ukraine. (2014, July 1). *Pro vyshchu osvitu: Zakon Ukrainy № 1556-VII*. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>

19. *Про додаткові заходи щодо підвищення якості освіти в Україні: Указ Президента України від 20.03.2008 р. № 244*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/244/2008/ed20120515#Text>

President of Ukraine. (2008, March 20). *Pro dodatkovy zakhody shchodo pidvyshchennia yakosti osvity v Ukraini: Ukaz № 244*. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/244/2008/ed20120515#Text>

20. Про закріплення зон обслуговування за регіональними центрами оцінювання якості освіти: Наказ МОН України від 26.10.2015 р. № 1107. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1107729-15#Text>

Ministry of Education and Science of Ukraine. (2015, October 26). *Pro zakriplennia zon obsluhovuvannia za rehional'nytu tsentramy otsiniuvannia yakosti osvity: Nakaz № 1107*. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1107729-15#Text>

21. Про освіту. Закон України № 2145-VIII. (2017, Вересень 5). (зі змінами 2018–2023 рр.). Верховна Рада України. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>

Verkhovna Rada of Ukraine. (2017, September 5). *Pro osvitu: Zakon Ukrainy № 2145-VIII (zi zminamy 2018–2023 rr.)*. Zakonodavstvo Ukrainy. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>

22. Про повну загальну середню освіту. Закон України № 463-IX. (2020, Січень 16). (зі змінами 2020–2023 рр.). Верховна Рада України. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text>

Verkhovna Rada of Ukraine. (2020, January 16). *Pro povnu zahal'nu seredniu osvitu: Zakon Ukrainy № 463-IX (zi zminamy 2020–2023 rr.)*. Zakonodavstvo Ukrainy. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text>

23. Про професійну (професійно-технічну) освіту. Закон України № 103/98-ВР. (1998, Лютий 10). Верховна Рада України. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/103/98-%D0%B2%D1%80#Text>

Verkhovna Rada of Ukraine. (1998, February 10). *Pro profesiinu (profesiino-tekhnichnu) osvitu: Zakon Ukrainy № 103/98-VR*. Zakonodavstvo Ukrainy. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/103/98-%D0%B2%D1%80#Text>

24. Сисоєва С. О. (2018). *Методологія досліджень в галузі освіти*. Інститут педагогіки НАПН України. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/711972/1/S_Sysoieva_program_PhD-2-18.pdf

Sysoieva, S. O. (2018). *Metodolohiia doslidzhen' v haluzi osvity*. Instytut pedahohiky NAPN Ukrainy. https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/711972/1/S_Sysoieva_program_PhD-2-18.pdf

25. *Стратегія розвитку освітніх оцінювань у сфері загальної середньої освіти в Україні до 2030 року.* (2019). Український центр оцінювання якості освіти. URL: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/07/190523_Strategiya-osvitnih-otsinyuvan_UTSOYAO.pdf

Ukrains'kyi tsentr otsiniuvannia yakosti osvity. (2019). *Stratehiia rozvytku osvitnikh otsiniuvan' u sferi zahal'noi serednioi osvity v Ukraini do 2030 roku.* https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/07/190523_Strategiya-osvitnih-otsinyuvan_UTSOYAO.pdf

26. *Таблиця сертифікатів НМТ і мінімальні бали 2025.* (2025). Український католицький університет. URL: <https://vstup.ucu.edu.ua/bakalavrat/sertyfikaty-zno-ta-prohidni-baly/>

Ukrains'kyi katolyts'kyi universytet. (2025). *Tablytsia sertyfikativ NMT i minimal'ni baly 2025.* <https://vstup.ucu.edu.ua/bakalavrat/sertyfikaty-zno-ta-prohidni-baly/>

27. *Технології дослідження освітніх проблем.* (2018). Кременчуцький національний університет. URL: https://document.kdu.edu.ua/info_zab/011_1382.pdf

Kremenchuk National University. (2018). *Tekhnolohii doslidzhennia osvitnikh problem.* https://document.kdu.edu.ua/info_zab/011_1382.pdf

28. *Трохи статистики щодо НМТ – 2024 і грантів.* (2024). Київський національний лінгвістичний університет. URL: <https://pk.knlu.edu.ua/?p=7994>

Kyiv National Linguistic University. (2024). *Trokhy statystyky shchodo NMT – 2024 i hrantiv.* <https://pk.knlu.edu.ua/?p=7994>

29. *Український центр оцінювання якості освіти.* (2023). URL: <https://testportal.gov.ua>

Ukrains'kyi tsentr otsiniuvannia yakosti osvity. (2023). <https://testportal.gov.ua>

30. *Якісне дослідження.* (2023). Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BA%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%B5_%D0%

Wikipedia contributors. (2023). *Yakicne doslidzhennia*. In *Wikipedia*.
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BA%D1%96%D1%81%D0%BD%>

31. *Рейтинг областей за результатами НМТ. (2024)*. Osvita.ua. URL:
<https://osvita.ua/school/rating/93112/>

Osvita.ua. *Reityng oblastey za rezultatamy NMT. (2024)*.
<https://osvita.ua/school/rating/93112/>

32. *Рейтинг областей за результатами НМТ. (2023)*. Osvita.ua. URL:
<https://osvita.ua/school/rating/89944/>

Osvita.ua. *Reityng oblastey za rezultatamy NMT. (2023)*.
<https://osvita.ua/school/rating/89944/>

33. *Рейтинг областей за результатами ЗНО. (2021)*. Osvita.ua. URL:
<https://osvita.ua/school/rating/83737/>

Osvita.ua. *Reityng oblastey za rezultatamy ZNO. (2021)*.
<https://osvita.ua/school/rating/83737/>

34. *Населення України. (2022)*. Державна служба статистики України. URL:
<https://stat.gov.ua/sites/default/files/2023->

[10/%D0%94%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D1%89%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%27%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8%27.pdf](https://stat.gov.ua/sites/default/files/2023-10/%D0%94%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D1%89%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%27%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8%27.pdf)

Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. *Naselennia Ukrainy. (2022)*.
<https://stat.gov.ua/sites/default/files/2023->

[10/%D0%94%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D1%89%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%27%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8%27.pdf](https://stat.gov.ua/sites/default/files/2023-10/%D0%94%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D1%89%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%27%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8%27.pdf)

35. Рівень охоплення населення інтернет-послугами, абонентів на 100 жителів. (2023). THE 17 GOALS | Sustainable Development. URL: https://sdg.ukrstat.gov.ua/uk/9-6-1/?utm_source=chatgpt.com

THE 17 GOALS | Sustainable Development. *Riven okhoplennia naseleennia internet-posluhamy, abonentiv na 100 zhyteliv.* (2023). https://sdg.ukrstat.gov.ua/uk/9-6-1/?utm_source=chatgpt.com

36. Державна служба статистики України. (2024). Валовий регіональний продукт. URL: <https://data.gov.ua/dataset/b5b74954-eb45-4e0b-bdf0-273a881b636e>

Valovyi rehionalnyi produkt. *Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy.* (2024). <https://data.gov.ua/dataset/b5b74954-eb45-4e0b-bdf0-273a881b636e>

37. Овечко, А., & Петрова, А. (2025). *Кількісний аналіз впливу факторів на результати ЗНО і НМТ в Україні. У Proceedings of the ISU International Conference, Copenhagen, Denmark (26 November 2025) (pp. 178–183). International Scientific Union (ISU). https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2025/11/Copenhagen_Denmark_26.11.25.pdf*

Ovechko, A. A., & Petrova, A. (2025). *Analysis of the Influence of Educational Factors on ZNO and NMT Results in Ukraine. In Proceedings of the ISU International Conference, Copenhagen, Denmark (26 November 2025) (pp. 178–183). International Scientific Union (ISU). https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2025/11/Copenhagen_Denmark_26.11.25.pdf*

ДОДАТКИ

Додаток 1

Використанні дані

Зведена таблиця за 2024 рік

Регіон	Шкіл	Бал ЗНО	% міського населення
Львівська	483	141.86	61,2
Київська	397	138.13	61,8
Волинська	321	138.12	52,2
Луганська	55	137.48	87,2
Тернопільська	257	137.29	46,1
Хмельницька	290	136.59	58
Івано-Франківська	307	136.43	44,6
Донецька	228	136.15	91
Рівненська	326	136.08	47,5
Сумська	237	135.92	69,8
Херсонська	122	135.52	61,4
Вінницька	356	135.48	52,3
Полтавська	307	135.41	62,7
Дніпропетровська	423	134.8	84,2
Черкаська	305	134.54	57,3
Чернігівська	229	133.74	66
Запорізька	156	133.7	77,5
Житомирська	328	133.62	59,6
Харківська	326	133.08	81,4
Чернівецька	213	133.03	43,3
Кіровоградська	198	132.71	63,7
Одеська	402	132.68	67,3
Закарпатська	292	132.51	37,2
Миколаївська	224	131.53	68,8

Джерело: (Osvita.ua, 2023), (Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2022;2024),

Зведена таблиця за 2023 рік

Регіон	Шкіл	Бал НМТ	% міського населення	забезпечення інтернет-послугами, абонентів на 100 жителів
Львівська	491	145,44	61,2	77
Луганська	58	142,25	87,2	29
Київська	427	141,88	61,8	101
Донецька	256	141,56	91	38
Волинська	320	141,46	52,2	65
Сумська	243	140,84	69,8	57
Запорізька	174	140,5	77,5	61
Рівненська	323	140,4	47,5	65
Чернівецька	214	140,35	43,3	37
Полтавська	332	139,91	62,7	58
Івано-Франківська	312	139,77	44,6	66
Вінницька	390	139,57	52,3	55
Тернопільська	264	139,43	46,1	60
Хмельницька	313	139,35	58	62
Дніпропетровська	457	139,12	84,2	60
Харківська	320	138,95	81,4	47
Черкаська	311	138,71	57,3	34
Чернігівська	239	138,36	66	47
Херсонська	107	137,96	61,4	58
Житомирська	331	137,82	59,6	56
Кіровоградська	214	137,57	63,7	44
Миколаївська	220	137,45	68,8	50
Одеська	407	137,44	67,3	63
Закарпатська	298	136,32	37,2	46

Джерело: (Osvita.ua, 2023), (Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2022;2024),
(THE 17 GOALS | Sustainable Development, 2023)

Код на мові програмування python використаний для виводу результатів

Підключення бібліотек

```
import warnings
warnings.filterwarnings("ignore")

import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import statsmodels.api as sm
from statsmodels.stats.diagnostic import het_breuschpagan
from statsmodels.stats.stattools import jarque_bera
from statsmodels.stats.outliers_influence import variance_inflation_factor
from scipy.stats import spearmanr, kendalltau, f_oneway, ttest_rel
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.decomposition import PCA, FactorAnalysis
from sklearn.cluster import KMeans, AgglomerativeClustering
from sklearn.metrics import silhouette_score, mean_squared_error, r2_score
from sklearn.model_selection import cross_val_score, KFold
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor, GradientBoostingRegressor
```

Додавання всіх даних

```
# Балли
data_2024 = [
    ("Львівська",141.86),("Київська",138.13),("Волинська",138.12),
    ("Луганська",137.48),("Тернопільська",137.29),("Хмельницька",136.59),
    ("Івано-Франківська",136.43),("Донецька",136.15),("Рівненська",136.08),
    ("Сумська",135.92),("Херсонська",135.52),("Вінницька",135.48),
    ("Полтавська",135.41),("Дніпропетровська",134.80),("Черкаська",134.54),
    ("Чернігівська",133.74),("Запорізька",133.70),("Житомирська",133.62),
    ("Харківська",133.08),("Чернівецька",133.03),("Кіровоградська",132.71),
    ("Одеська",132.68),("Закарпатська",132.51),("Миколаївська",131.53)
]
df_2024 = pd.DataFrame(data_2024, columns=["Region", "Бал_2024"])
data_2023 = [
    ("Львівська",145.44),("Луганська",142.25),("Київська",141.88),
    ("Донецька",141.56),("Волинська",141.46),("Сумська",140.84),
    ("Запорізька",140.50),("Рівненська",140.40),("Чернівецька",140.35),
    ("Полтавська",139.91),("Івано-Франківська",139.77),("Вінницька",139.57),
    ("Тернопільська",139.43),("Хмельницька",139.35),("Дніпропетровська",139.12),
    ("Харківська",138.95),("Черкаська",138.71),("Чернігівська",138.36),
    ("Херсонська",137.96),("Житомирська",137.82),("Кіровоградська",137.57),
    ("Миколаївська",137.45),("Одеська",137.44),("Закарпатська",136.32)
]
df_2023 = pd.DataFrame(data_2023, columns=["Region", "Бал_2023"])
data_2021 = [
    ("Львівська",122.7),("Волинська",121.8),("Сумська",119.3),
    ("Київська",118.8),("Харківська",117.0),("Рівненська",116.9),
    ("Тернопільська",115.7),("Полтавська",114.5),("Донецька",114.5),
    ("Черкаська",114.0),("Херсонська",113.7),("Вінницька",113.1),
    ("Чернівецька",112.4),("Луганська",111.9),("Хмельницька",111.8),
    ("Івано-Франківська",111.6),("Чернігівська",111.3),("Запорізька",110.8),
    ("Дніпропетровська",110.2),("Кіровоградська",109.9),("Житомирська",107.5),
    ("Одеська",106.3),("Миколаївська",103.4),("Закарпатська",101.8)
]
df_2021 = pd.DataFrame([data_2021, columns=["Region", "Бал_2021"]])
.. ..
```

```

# Населення та % міського
pop_data = [
    ("Вінницька", 1509515, 789588, 719927, 52.3),
    ("Волинська", 1021356, 533489, 487867, 52.2),
    ("Дніпропетровська", 3096485, 2606079, 490406, 84.2),
    ("Донецька", 4059372, 3693450, 365922, 91.0),
    ("Житомирська", 1179032, 703256, 475772, 59.6),
    ("Закарпатська", 1244476, 463361, 781115, 37.2),
    ("Запорізька", 1638462, 1269910, 368552, 77.5),
    ("Івано-Франківська", 1351822, 602570, 749252, 44.6),
    ("Київська", 1795079, 1108558, 686521, 61.8),
    ("Кіровоградська", 903712, 575858, 327854, 63.7),
    ("Луганська", 2102921, 1833862, 269061, 87.2),
    ("Львівська", 2478133, 1516357, 961776, 61.2),
    ("Миколаївська", 1091821, 750698, 341123, 68.8),
    ("Одеська", 2351392, 1581536, 769856, 67.3),
    ("Полтавська", 1352283, 848080, 504203, 62.7),
    ("Рівненська", 1141784, 541842, 599942, 47.5),
    ("Сумська", 1035772, 723175, 312597, 69.8),
    ("Тернопільська", 1021713, 471359, 550354, 46.1),
    ("Харківська", 2598961, 2115117, 483844, 81.4),
    ("Херсонська", 1001598, 615080, 386518, 61.4),
    ("Хмельницька", 1228829, 713312, 515517, 58.0),
    ("Черкаська", 1160474, 665170, 495304, 57.3),
    ("Чернівецька", 890457, 385927, 504485, 43.3),
    ("Чернігівська", 959315, 633335, 325980, 66.0)
]
df_pop = pd.DataFrame(pop_data, columns=["Region", "Населення_всього", "Міське", "Сільське", "%_Міського"])

# ВРП 2021
vrp_2021 = [
    ("Вінницька", 173531), ("Волинська", 92535), ("Дніпропетровська", 582363),
    ("Донецька", 283326), ("Житомирська", 113919), ("Закарпатська", 75626),
    ("Запорізька", 228906), ("Івано-Франківська", 119680), ("Київська", 291519),
    ("Кіровоградська", 99564), ("Луганська", 52135), ("Львівська", 296182),
    ("Миколаївська", 124162), ("Одеська", 271669), ("Полтавська", 266694),
    ("Рівненська", 88859), ("Сумська", 105254), ("Тернопільська", 81485),
    ("Харківська", 319796), ("Херсонська", 88182), ("Хмельницька", 119876),
    ("Черкаська", 131154), ("Чернівецька", 54582), ("Чернігівська", 113474)
]
df_vrp = pd.DataFrame(vrp_2021, columns=["Region", "ВРП_на_душу"])

# Школи 2021/2023/2024
schools_2021 = [
    ("Львівська", 507), ("Волинська", 316), ("Сумська", 258), ("Київська", 486), ("Харківська", 377),
    ("Рівненська", 347), ("Тернопільська", 267), ("Полтавська", 337), ("Донецька", 429),
    ("Черкаська", 349), ("Херсонська", 252), ("Вінницька", 414), ("Чернівецька", 218),
    ("Луганська", 208), ("Хмельницька", 338), ("Івано-Франківська", 322), ("Чернігівська", 274),
    ("Запорізька", 303), ("Дніпропетровська", 566), ("Кіровоградська", 224), ("Житомирська", 363),
    ("Одеська", 421), ("Миколаївська", 255), ("Закарпатська", 296)
]
df_sch_2021 = pd.DataFrame(schools_2021, columns=["Region", "Шкіл_2021"])
schools_2023 = [
    ("Львівська", 491), ("Луганська", 58), ("Київська", 427), ("Донецька", 256),
    ("Волинська", 320), ("Сумська", 243), ("Запорізька", 174), ("Рівненська", 323),
    ("Чернівецька", 214), ("Полтавська", 332), ("Івано-Франківська", 312), ("Вінницька", 390),
    ("Тернопільська", 264), ("Хмельницька", 313), ("Дніпропетровська", 457), ("Харківська", 320),
    ("Черкаська", 311), ("Чернігівська", 239), ("Херсонська", 107), ("Житомирська", 331),
    ("Кіровоградська", 214), ("Миколаївська", 220), ("Одеська", 407), ("Закарпатська", 298)
]
df_sch_2023 = pd.DataFrame(schools_2023, columns=["Region", "Шкіл_2023"])
schools_2024 = [
    ("Львівська", 483), ("Київська", 397), ("Волинська", 321), ("Луганська", 55),
    ("Тернопільська", 257), ("Хмельницька", 290), ("Івано-Франківська", 307),
    ("Донецька", 228), ("Рівненська", 326), ("Сумська", 237), ("Херсонська", 122),
    ("Вінницька", 356), ("Полтавська", 307), ("Дніпропетровська", 423),
    ("Черкаська", 305), ("Чернігівська", 229), ("Запорізька", 156), ("Житомирська", 328),
    ("Харківська", 326), ("Чернівецька", 213), ("Кіровоградська", 198), ("Одеська", 402),
    ("Закарпатська", 292), ("Миколаївська", 224)
]
df_sch_2024 = pd.DataFrame(schools_2024, columns=["Region", "Шкіл_2024"])

```

```
# Інтернет 2021/2023
internet_data = [
    ("Вінницька", 45, 55), ("Волинська", 63, 65), ("Дніпропетровська", 54, 60), ("Донецька", 38, 38),
    ("Житомирська", 48, 56), ("Закарпатська", 41, 46), ("Запорізька", 61, 61), ("Івано-Франківська", 48, 66),
    ("Київська", 89, 101), ("Кіровоградська", 39, 44), ("Луганська", 29, 29), ("Львівська", 70, 77),
    ("Миколаївська", 53, 50), ("Одеська", 66, 63), ("Полтавська", 48, 58), ("Рівненська", 56, 65),
    ("Сумська", 53, 57), ("Тернопільська", 55, 60), ("Харківська", 40, 47), ("Херсонська", 58, 58),
    ("Хмельницька", 57, 62), ("Черкаська", 41, 34), ("Чернівецька", 37, 37), ("Чернігівська", 44, 47)
]
df_inet = pd.DataFrame(internet_data, columns=["Region", "Інтернет_2021", "Інтернет_2023"])
```

Об'єднання та перевірка

```
df = df_2024.merge(df_2023, on="Region").merge(df_2021, on="Region")
df = df.merge(df_pop[['Region', 'Населення_всього', '%_Міського']], on="Region", how="left")
df = df.merge(df_vrp, on="Region", how="left")
df = df.merge(df_sch_2021, on="Region", how="left")
df = df.merge(df_sch_2023, on="Region", how="left")
df = df.merge(df_sch_2024, on="Region", how="left")
df = df.merge(df_inet, on="Region", how="left")
print("Пропуски по колонках:")
print(df.isna().sum())
print("Кількість регіонів:", len(df))
display(df.head().round(3))
```

Нормалізація змінних

```
for y in (2021, 2023, 2024):
    df[f'Шкіл_на_100k_{y}'] = df[f'Шкіл_{y}'] / df['Населення_всього'] * 100000

df['Δ_Шкіл_21_24'] = df['Шкіл_2024'] - df['Шкіл_2021']
df['log_VRP'] = np.log(df['ВРП_на_душу'])
```

Описова статистика та динаміка

```
print("\n=== ОПИСОВА СТАТИСТИКА БАЛІВ ПО РОКАХ ===")
display(df[["Region", "Бал_2021", "Бал_2023", "Бал_2024"]].set_index("Region").round(2))
display(df[["Бал_2021", "Бал_2023", "Бал_2024"]].describe().round(3))

plt.figure(figsize=(12,6))
for col, label in zip(["Бал_2021", "Бал_2023", "Бал_2024"], ["2021", "2023", "2024"]):
    plt.plot(df["Region"], df[col], marker="o", label=label)
plt.xticks(rotation=90)
plt.title("Динаміка середніх балів по регіонах (2021,2023,2024)")
plt.ylabel("Середній бал")
plt.legend(); plt.grid(alpha=0.2); plt.tight_layout(); plt.show()
plt.figure(figsize=(10,4))
sns.kdeplot(df["Бал_2021"], label="2021")
sns.kdeplot(df["Бал_2023"], label="2023")
sns.kdeplot(df["Бал_2024"], label="2024")
plt.title("Розподіли середніх балів по роках"); plt.legend(); plt.show()
```

Кореляція методом Пірсона

```
def correlations_by_year(df, year):
    score = f"Бал_{year}"
    cols = [score, f"Шкіл_на_100k_{year}", "%_Міського"]
    if year == 2021:
        cols.append("log_VRP")
        cols.append("Інтернет_2021")
    elif year == 2023:
        cols.append("Інтернет_2023")
    # 2024 – інтернет не використовується per instruction
    subset = df[cols].dropna()
    print(f"\n--- Кореляції для {year} (n={len(subset)}) ---")
    print("\nPearson:")
    display(subset.corr(method="pearson").round(3))
```

Мультиколінеарність факторів

```
def compute_vif(df, features):
    X = df[features].assign(const=1)
    vif = pd.DataFrame({
        "feature": features,
        "VIF": [variance_inflation_factor(X.values, i) for i in range(len(features))]
    })
    return vif
print("\nVIF (2021 factors):")
vif_2021 = compute_vif(sub_2021, ["Шкіл_на_100т_2021", "%_Міського", "log_ВРП", "Інтернет_2021"])
display(vif_2021.round(3))
print("\nVIF (2023 factors):")
vif_2023 = compute_vif(sub_2023, ["Шкіл_на_100т_2023", "%_Міського", "Інтернет_2023"])
display(vif_2023.round(3))
print("\nVIF (2024 factors):")
vif_2024 = compute_vif(sub_2024 := df[["Шкіл_на_100т_2024", "%_Міського", "Бал_2024"]], ["Шкіл_на_100к_2024", "%_Міського"])
display(vif_2024.round(3))
```

Лінійні моделі для кожного рока

```
def ols_and_diagnostics(df, year):
    score = f"Бал_{year}"
    features = ["%_Міського", f"Шкіл_на_100k_{year}"]
    if year == 2021:
        features += ["log_VRP", "Інтернет_2021"]
    elif year == 2023:
        features += ["Інтернет_2023"]

    X = sm.add_constant(df[features])
    y = df[score]
    model = sm.OLS(y, X).fit(cov_type='HC3')
    print(f"\n=== OLS results for {year} ===")
    print(model.summary())
```

Компонентно-факторний аналіз

```

fa_vars = ["Шкіл_на_100k_2024", "%_Міського", "Інтернет_2023", "log_VRP"]
fa_df = df[fa_vars].dropna()
print(f"\nPCA/FA on variables: {fa_vars} (n={len(fa_df)})")
scaler = StandardScaler()
Xs = scaler.fit_transform(fa_df)
pca = PCA(n_components=2)
pcs = pca.fit_transform(Xs)
print("PCA explained variance ratio:", np.round(pca.explained_variance_ratio_,3))
fa = FactorAnalysis(n_components=2, random_state=42)
fa_comp = fa.fit_transform(Xs)
loadings = pd.DataFrame(fa.components_.T, index=fa_vars, columns=["Factor1", "Factor2"])
print("\nFactor Analysis loadings:")
display(loadings.round(3))
plt.figure(figsize=(8,6))
plt.scatter(pcs[:,0], pcs[:,1])
for i, idx in enumerate(fa_df.index):
    plt.text(pcs[i,0]+0.02, pcs[i,1]+0.02, df.loc[idx, "Region"], fontsize=8)
plt.xlabel("PC1"); plt.ylabel("PC2"); plt.title("PCA of factors (regions)"); plt.show()

```

Кластеризація факторів

```

k = 3
km = KMeans(n_clusters=k, random_state=42)
labels = km.fit_predict(Xs)
sil = silhouette_score(Xs, labels)
print(f"\nKMeans k={k}, silhouette={sil:.3f}")
df.loc[fa_df.index, "Cluster_KM"] = labels
agg = AgglomerativeClustering(n_clusters=k)
labels_agg = agg.fit_predict(Xs)
df.loc[fa_df.index, "Cluster_AGG"] = labels_agg
plt.figure(figsize=(8,6))
sns.scatterplot(x=pcs[:,0], y=pcs[:,1], hue=labels, palette="Set2", s=100)
plt.title("KMeans clusters in PCA space"); plt.show()
print("\nKMeans cluster composition (regions):")
for cluster in range(k):
    names = df.loc[fa_df.index][df.loc[fa_df.index, "Cluster_KM"]==cluster]["Region"].tolist()
    print(f" Cluster {cluster}: {names}")

```

Машинне навчання

```

def ml_models_for_year(df, year):
    score = f"Бал_{year}"
    feat_candidates = ["%_Міського", f"Шкіл_на_100k_{year}"]
    if year == 2021:
        feat_candidates += ["log_VRP", "Інтернет_2021"]
    elif year == 2023:
        feat_candidates += ["Інтернет_2023"]
    X = df[feat_candidates].values
    y = df[score].values
    mask = ~np.isnan(X).any(axis=1) & ~np.isnan(y)
    X = X[mask]; y = y[mask]
    feats = [c for i,c in enumerate(feat_candidates)]
    print(f"\nML for {year}: features = {feat_candidates}, n = {len(y)}")

```

```

scaler = StandardScaler()
Xs = scaler.fit_transform(X)
cv = KFold(n_splits=5, shuffle=True, random_state=42)
models = {
    "RandomForest": RandomForestRegressor(n_estimators=200, random_state=42),
    "GradientBoosting": GradientBoostingRegressor(n_estimators=200, random_state=42)
}
results = {}
for name, m in models.items():
    r2 = cross_val_score(m, Xs, y, cv=cv, scoring="r2")
    mse = -cross_val_score(m, Xs, y, cv=cv, scoring="neg_mean_squared_error")
    m.fit(Xs, y)
    if hasattr(m, "feature_importances_"):
        fi = pd.Series(m.feature_importances_, index=feat_candidates).sort_values(ascending=False)
    else:
        fi = None
    results[name] = {"r2_mean": r2.mean(), "r2_std": r2.std(), "mse_mean": mse.mean(), "mse_std": mse.std(), "importances": fi}
    print(f"\n{name}: CV R2 = {r2.mean():.3f} ± {r2.std():.3f}, CV RMSE = {np.sqrt(mse.mean()):.3f}")
    if fi is not None:
        print("Feature importances:")
        display(fi.round(3))
return results

ml_2021 = ml_models_for_year(df, 2021)
ml_2023 = ml_models_for_year(df, 2023)
ml_2024 = ml_models_for_year(df, 2024)

```

Поліноміальні моделі (2-го порядку)

```

def ols_poly_and_diagnostics(df, year):
    score = f"Бал_{year}"
    features = ["%_Міського", f"Шкіл_на_100k_{year}"]
    if year == 2021:
        features += ["log_VRP", "Інтернет_2021"]
    elif year == 2023:
        features += ["Інтернет_2023"]
    X = df[features].copy()
    for col in features:
        X[f"{col}_2"] = X[col] ** 2
    X = sm.add_constant(X)
    y = df[score]
    model = sm.OLS(y, X).fit(cov_type='HC3')
    print(f"\n=== POLYNOMIAL (2nd degree) OLS results for {year} ===")
    print(model.summary())

```

Побудова графіків моделей регресії

```

import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.metrics import r2_score
from sklearn.linear_model import LinearRegression

def model_linear(x, y):
    lr = LinearRegression().fit(x.reshape(-1,1), y)
    y_pred = lr.predict(x.reshape(-1,1))
    return y_pred, r2_score(y, y_pred)

```

```

def model_log(x, y):
    x = x + 1e-6
    x_log = np.log(x)
    lr = LinearRegression().fit(x_log.reshape(-1,1), y)
    y_pred = lr.predict(x_log.reshape(-1,1))
    return y_pred, r2_score(y, y_pred)
def model_exp(x, y):
    y_adj = y + 1e-6
    y_log = np.log(y_adj)
    lr = LinearRegression().fit(x.reshape(-1,1), y_log)
    y_pred = np.exp(lr.predict(x.reshape(-1,1)))
    return y_pred, r2_score(y, y_pred)
def model_poly(x, y):
    X_poly = np.column_stack([x, x**2])
    lr = LinearRegression().fit(X_poly, y)
    y_pred = lr.predict(X_poly)
    return y_pred, r2_score(y, y_pred)
def plot_models(df, x_col, y_col, title):
    x = df[x_col].values
    y = df[y_col].values
    order = np.argsort(x)
    x_sorted = x[order]
    y_sorted = y[order]
    lin_pred, r2_lin = model_linear(x_sorted, y_sorted)
    log_pred, r2_log = model_log(x_sorted, y_sorted)
    exp_pred, r2_exp = model_exp(x_sorted, y_sorted)
    poly_pred, r2_poly = model_poly(x_sorted, y_sorted)

    poly_pred, r2_poly = model_poly(x_sorted, y_sorted)
    plt.figure(figsize=(10,7))
    plt.scatter(x, y, color="black", s=60, label="Фактичні значення")
    plt.plot(x_sorted, lin_pred, label=f"Лінійна (R²={r2_lin:.3f})")
    plt.plot(x_sorted, log_pred, label=f"Логарифмічна (R²={r2_log:.3f})")
    plt.plot(x_sorted, exp_pred, label=f"Експоненційна (R²={r2_exp:.3f})")
    plt.plot(x_sorted, poly_pred, label=f"Поліноміальна (R²={r2_poly:.3f})")
    plt.xlabel(x_col)
    plt.ylabel(y_col)
    plt.title(title)
    plt.legend()
    plt.grid(True)
    plt.show()
y_2021 = "Бал_2021"
factors_2021 = ["%_Міського", "Шкіл_на_100к_2021", "log_VRP", "Інтернет_2021"]
for x in factors_2021:
    plot_models(df, x, y_2021,
                f"Моделі регресії для ЗНО 2021: {x} → {y_2021}")
y_2023 = "Бал_2023"
factors_2023 = ["%_Міського", "Шкіл_на_100к_2023", "Інтернет_2023"]

```

```
for x in factors_2023:
    plot_models(df, x, y_2023,
                f"Моделі регресії для НМТ 2023: {x} → {y_2023}")
y_2024 = "Бал_2024"
factors_2024 = ["%_Міського", "Шкіл_на_100к_2024"]

if y_2024 in df.columns:
    for x in factors_2024:
        plot_models(df, x, y_2024,
                    f"Моделі регресії для НМТ 2024: {x} → {y_2024}")
```

Результати коду

Пропуски по колонках:

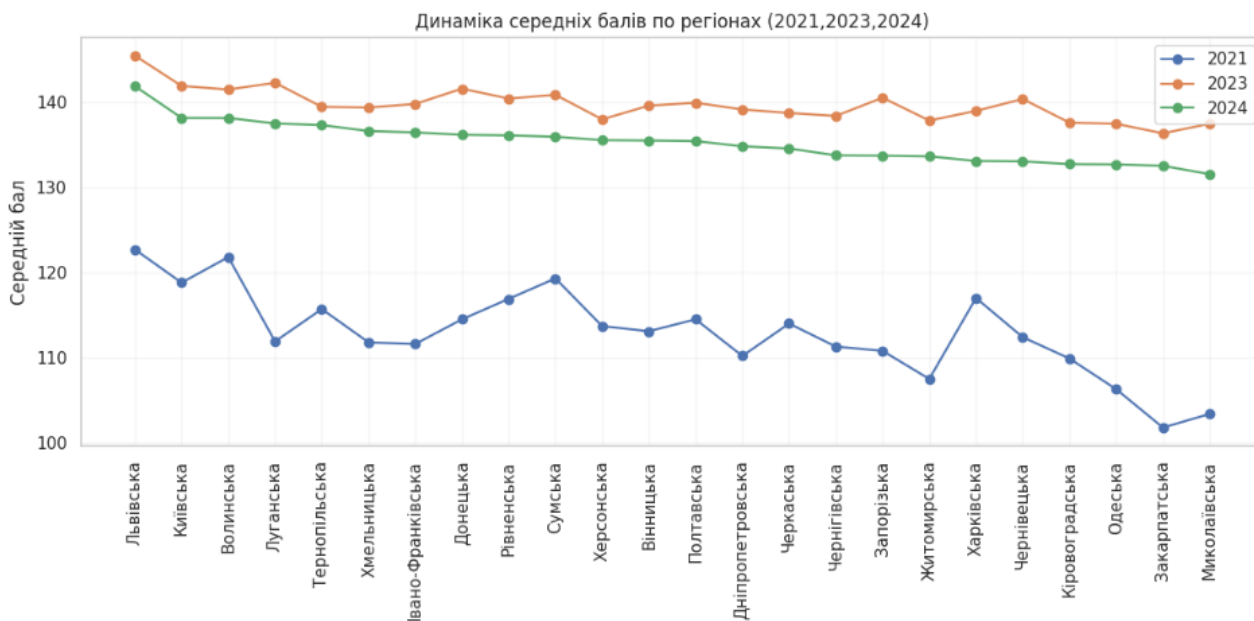
```

Регион      0
Бал_2024    0
Бал_2023    0
Бал_2021    0
Населення_всього  0
%_Міського  0
ВРП_на_душу  0
Шкіл_2021   0
Шкіл_2023   0
Шкіл_2024   0
Інтернет_2021  0
Інтернет_2023  0
dtype: int64

```

Кількість регіонів: 24

	Бал_2021	Бал_2023	Бал_2024
count	24.000	24.000	24.000
mean	112.954	139.684	135.267
std	5.159	1.981	2.347
min	101.800	136.320	131.530
25%	110.650	138.260	133.485
50%	112.750	139.500	135.445
75%	116.000	140.585	136.470
max	122.700	145.440	141.860



--- Кореляції для 2021 (n=24) ---

Pearson:

	Бал_2021	Шкіл_на_100k_2021	%_Міського	log_VRP	Інтернет_2021
Бал_2021	1.000	0.102	0.039	0.148	0.350
Шкіл_на_100k_2021	0.102	1.000	-0.732	-0.336	0.274
%_Міського	0.039	-0.732	1.000	0.507	-0.118
log_VRP	0.148	-0.336	0.507	1.000	0.398
Інтернет_2021	0.350	0.274	-0.118	0.398	1.000

--- Кореляції для 2024 (n=24) ---

Pearson:

	Бал_2024	Шкіл_на_100k_2024	%_Міського
Бал_2024	1.000	0.013	-0.036
Шкіл_на_100k_2024	0.013	1.000	-0.792
%_Міського	-0.036	-0.792	1.000

--- Кореляції для 2023 (n=24) ---

Pearson:

	Бал_2023	Шкіл_на_100k_2023	%_Міського	Інтернет_2023
Бал_2023	1.000	-0.175	0.202	0.322
Шкіл_на_100k_2023	-0.175	1.000	-0.771	0.296
%_Міського	0.202	-0.771	1.000	-0.212
Інтернет_2023	0.322	0.296	-0.212	1.000

VIF (2021 factors):

	feature	VIF
0	Шкіл_на_100k_2021	2.363
1	%_Міського	2.622
2	log_VRP	1.907
3	Інтернет_2021	1.550

VIF (2023 factors):

	feature	VIF
0	Шкіл_на_100k_2023	2.586
1	%_Міського	2.470
2	Інтернет_2023	1.097

VIF (2024 factors):

	feature	VIF
0	Шкіл_на_100k_2024	2.679
1	%_Міського	2.679

=== OLS results for 2021 ===

OLS Regression Results

```

=====
Dep. Variable:          Бал_2021    R-squared:                0.140
Model:                  OLS         Adj. R-squared:           -0.041
Method:                 Least Squares  F-statistic:              0.7161
Date:                   Wed, 19 Nov 2025  Prob (F-statistic):       0.591
Time:                   19:05:25     Log-Likelihood:           -71.112
No. Observations:      24          AIC:                      152.2
Df Residuals:          19          BIC:                      158.1
Df Model:               4
Covariance Type:       HC3
=====

```

	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
const	103.2065	23.933	4.312	0.000	56.298	150.115
%_Міського	0.0764	0.180	0.425	0.671	-0.276	0.429
Шкіл_на_100k_2021	0.1229	0.366	0.336	0.737	-0.594	0.839
log_VRP	-0.4432	2.222	-0.199	0.842	-4.798	3.912
Інтернет_2021	0.1429	0.102	1.405	0.160	-0.056	0.342

```

=====
Omnibus:                1.266    Durbin-Watson:            0.951
Prob(Omnibus):          0.531    Jarque-Bera (JB):        1.105
Skew:                   -0.479    Prob(JB):                 0.576
Kurtosis:               2.567    Cond. No.                 2.14e+03
=====

```

=== OLS results for 2023 ===

OLS Regression Results

```

=====
Dep. Variable:          Бал_2023    R-squared:                0.193
Model:                  OLS         Adj. R-squared:           0.072
Method:                 Least Squares  F-statistic:              1.137
Date:                   Wed, 19 Nov 2025  Prob (F-statistic):       0.358
Time:                   19:05:25     Log-Likelihood:           -47.379
No. Observations:      24          AIC:                      102.8
Df Residuals:          20          BIC:                      107.5
Df Model:               3
Covariance Type:       HC3
=====

```

	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
const	136.4082	5.889	23.164	0.000	124.867	147.950
%_Міського	0.0206	0.053	0.386	0.699	-0.084	0.125
Шкіл_на_100k_2023	-0.0480	0.112	-0.427	0.669	-0.268	0.172
Інтернет_2023	0.0535	0.034	1.573	0.116	-0.013	0.120

```

=====
Omnibus:                2.352    Durbin-Watson:            1.268
Prob(Omnibus):          0.308    Jarque-Bera (JB):        1.354
Skew:                   0.577    Prob(JB):                 0.508
Kurtosis:               3.155    Cond. No.                 980.
=====

```

=== OLS results for 2024 ===

OLS Regression Results

```

=====
Dep. Variable:          Бал_2024      R-squared:                0.002
Model:                  OLS           Adj. R-squared:           -0.093
Method:                 Least Squares  F-statistic:              0.01827
Date:                   Wed, 19 Nov 2025  Prob (F-statistic):       0.982
Time:                   19:05:25      Log-Likelihood:          -53.998
No. Observations:      24            AIC:                     114.0
Df Residuals:          21            BIC:                     117.5
Df Model:               2
Covariance Type:       HC3
=====
                    coef    std err          z      P>|z|      [0.025    0.975]
-----
const                136.2485     6.141     22.186     0.000     124.212     148.285
%_Міського           -0.0114     0.063     -0.182     0.856     -0.134     0.111
Шкіл_на_100k_2024   -0.0134     0.117     -0.114     0.909     -0.243     0.216
=====
Omnibus:                4.423    Durbin-Watson:           0.134
Prob(Omnibus):          0.110    Jarque-Bera (JB):        2.609
Skew:                   0.731    Prob(JB):                 0.271
Kurtosis:                3.689    Cond. No.                 761.
=====

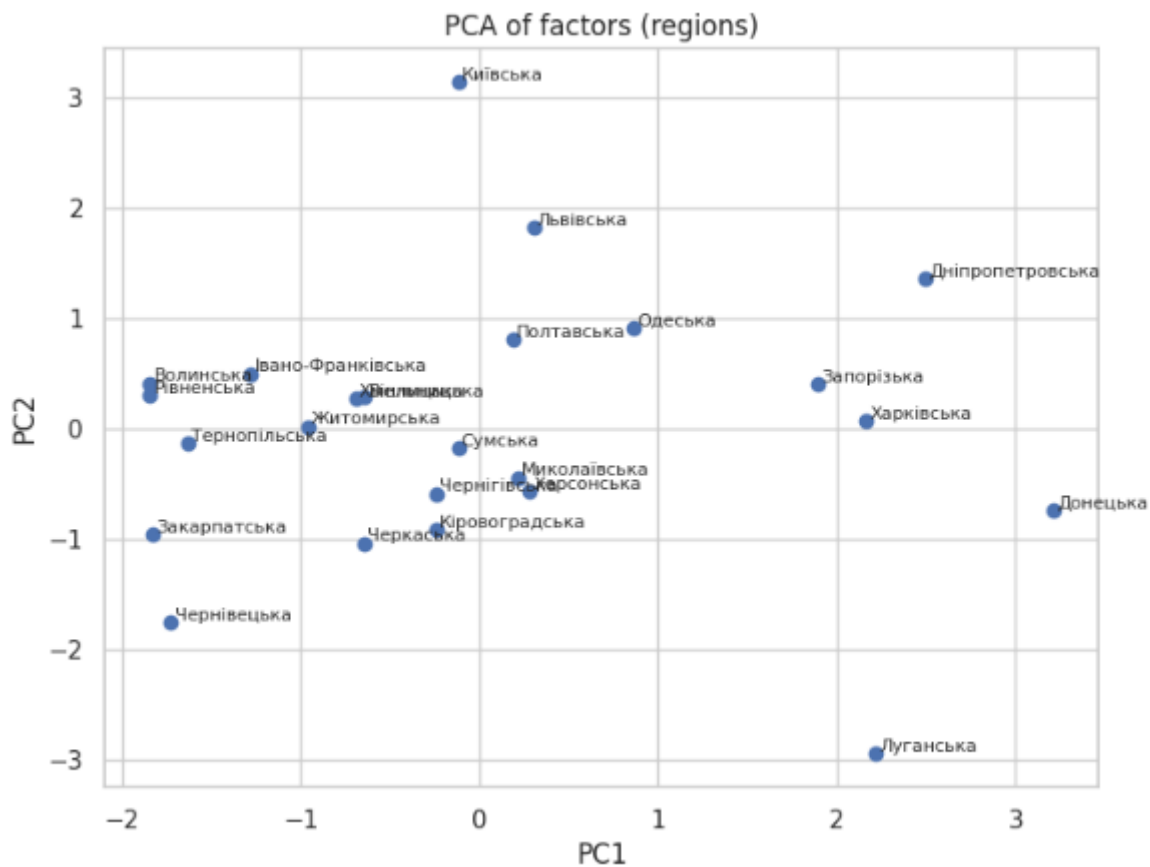
```

PCA/FA on variables: ['Шкіл_на_100k_2024', '%_Міського', 'Інтернет_2023', 'log_VRP'] (n=24)
 PCA explained variance ratio: [0.526 0.349]

Factor Analysis loadings:

	Factor1	Factor2
Шкіл_на_100k_2024	-0.802	-0.263
%_Міського	0.952	0.097
Інтернет_2023	-0.141	-0.730
log_VRP	0.598	-0.670





KMeans cluster composition (regions):
 Cluster 0: ['Волинська', 'Тернопільська', 'Хмельницька', 'Івано-Франківська', 'Рівненська', 'Сумська', 'Херсонська', 'Вінницька', 'Черкаська', 'Чернігівська', 'Житомирська', 'Чернівецька', 'Кіровоградська', 'Закарпатська', 'Николаївська']
 Cluster 1: ['Львівська', 'Київська', 'Полтавська', 'Дніпропетровська', 'Запорізька', 'Харківська', 'Одеська']
 Cluster 2: ['Луганська', 'Донецька']

ML for 2021: features = ['%_Міського', 'Шкіл_на_100k_2021', 'log_VRP', 'Інтернет_2021'], n = 24

RandomForest: CV R2 = -1.819 ± 1.263, CV RMSE = 6.030

Feature importances:

0

Інтернет_2021	0.308
Шкіл_на_100k_2021	0.258
%_Міського	0.239
log_VRP	0.195

dtype: float64

GradientBoosting: CV R2 = -4.607 ± 5.500, CV RMSE = 6.901

Feature importances:

0

Шкіл_на_100k_2021	0.299
log_VRP	0.250
%_Міського	0.248
Інтернет_2021	0.203

ML for 2023: features = ['%_Міського', 'Шкіл_на_100k_2023', 'Інтернет_2023'], n = 24

RandomForest: CV R2 = -0.423 ± 0.563, CV RMSE = 1.909

Feature importances:

0

Інтернет_2023	0.498
%_Міського	0.266
Шкіл_на_100k_2023	0.236

dtype: float64

GradientBoosting: CV R2 = -0.611 ± 0.762, CV RMSE = 2.012

Feature importances:

0

Інтернет_2023	0.480
Шкіл_на_100k_2023	0.333
%_Міського	0.187

ML for 2024: features = ['%_Міського', 'Шкіл_на_100k_2024'], n = 24

RandomForest: CV R2 = -1.188 ± 1.199, CV RMSE = 2.573

Feature importances:

0

%_Міського	0.605
------------	-------

Шкіл_на_100k_2024	0.395
-------------------	-------

dtype: float64

GradientBoosting: CV R2 = -2.895 ± 2.874, CV RMSE = 3.264

Feature importances:

0

%_Міського	0.618
------------	-------

Шкіл_на_100k_2024	0.382
-------------------	-------

=== POLYNOMIAL (2nd degree) OLS results for 2021 ===

OLS Regression Results

```

=====
Dep. Variable:          Бал_2021      R-squared:                0.269
Model:                  OLS           Adj. R-squared:          -0.121
Method:                 Least Squares  F-statistic:             0.3388
Date:                   Sat, 15 Nov 2025  Prob (F-statistic):      0.937
Time:                   20:19:15      Log-Likelihood:         -69.166
No. Observations:      24           AIC:                    156.3
Df Residuals:          15           BIC:                    166.9
Df Model:               8
Covariance Type:       HC3
=====

```

	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
const	382.3334	1486.626	0.257	0.797	-2531.400	3296.067
%_Міського	0.7907	2.370	0.334	0.739	-3.854	5.436
Шкіл_на_100k_2021	-3.0639	4.628	-0.662	0.508	-12.134	6.006
log_VRP	-45.6218	258.038	-0.177	0.860	-551.366	460.123
Інтернет_2021	0.1468	1.490	0.099	0.922	-2.774	3.067
%_Міського_2	-0.0071	0.021	-0.334	0.739	-0.049	0.035
Шкіл_на_100k_2021_2	0.0674	0.082	0.818	0.413	-0.094	0.229
log_VRP_2	1.9615	10.925	0.180	0.858	-19.451	23.374
Інтернет_2021_2	-8.087e-05	0.014	-0.006	0.995	-0.028	0.027

```

=====
Omnibus:                1.032      Durbin-Watson:           1.454
Prob(Omnibus):          0.597      Jarque-Bera (JB):        0.587
Skew:                   -0.381      Prob(JB):                 0.746
Kurtosis:                2.927      Cond. No.                 2.42e+06
=====

```

=== POLYNOMIAL (2nd degree) OLS results for 2023 ===

OLS Regression Results

```

=====
Dep. Variable:      Бан_2023      R-squared:          0.389
Model:             OLS          Adj. R-squared:    0.174
Method:           Least Squares  F-statistic:       1.649
Date:             Sat, 15 Nov 2025  Prob (F-statistic): 0.194
Time:             20:19:15      Log-Likelihood:    -44.031
No. Observations: 24          AIC:               102.1
Df Residuals:     17          BIC:               110.3
Df Model:         6
Covariance Type:  HC3
=====

```

	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
const	144.2008	19.696	7.321	0.000	105.597	182.804
%_Міського	-0.0716	0.393	-0.182	0.855	-0.841	0.698
Шкіл_на_100k_2023	-0.4848	0.489	-0.992	0.321	-1.443	0.473
ІНТЕРНЕТ_2023	-0.0385	0.799	-0.048	0.962	-1.605	1.528
%_Міського_2	0.0007	0.003	0.220	0.826	-0.006	0.007
Шкіл_на_100k_2023_2	0.0129	0.011	1.215	0.224	-0.008	0.034
ІНТЕРНЕТ_2023_2	0.0009	0.008	0.113	0.910	-0.014	0.016

```

=====
Omnibus:          16.405      Durbin-Watson:     1.762
Prob(Omnibus):    0.000      Jarque-Bera (JB):  19.436
Skew:             1.458      Prob(JB):          6.02e-05
Kurtosis:         6.307      Cond. No.         1.10e+05
=====

```

=== POLYNOMIAL (2nd degree) OLS results for 2024 ===

OLS Regression Results

```

=====
Dep. Variable:      Бан_2024      R-squared:          0.130
Model:             OLS          Adj. R-squared:    -0.053
Method:           Least Squares  F-statistic:       1.416
Date:             Sat, 15 Nov 2025  Prob (F-statistic): 0.267
Time:             20:19:15      Log-Likelihood:    -52.344
No. Observations: 24          AIC:               114.7
Df Residuals:     19          BIC:               120.6
Df Model:         4
Covariance Type:  HC3
=====

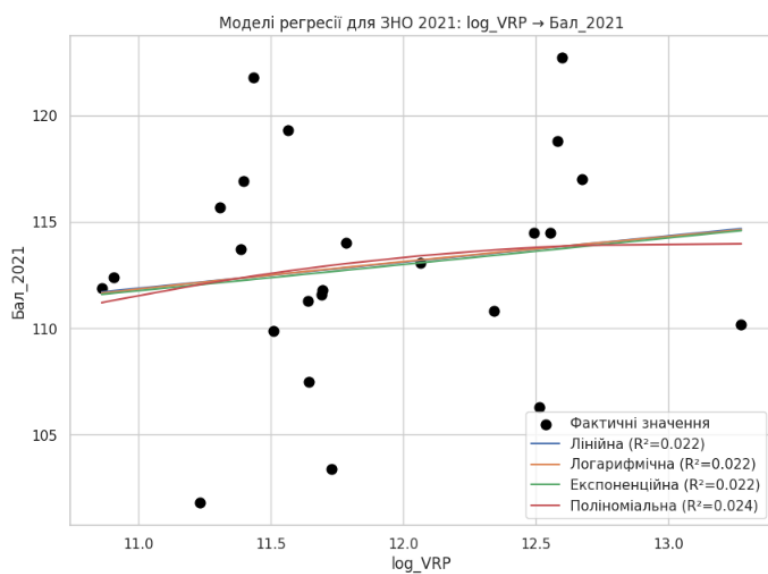
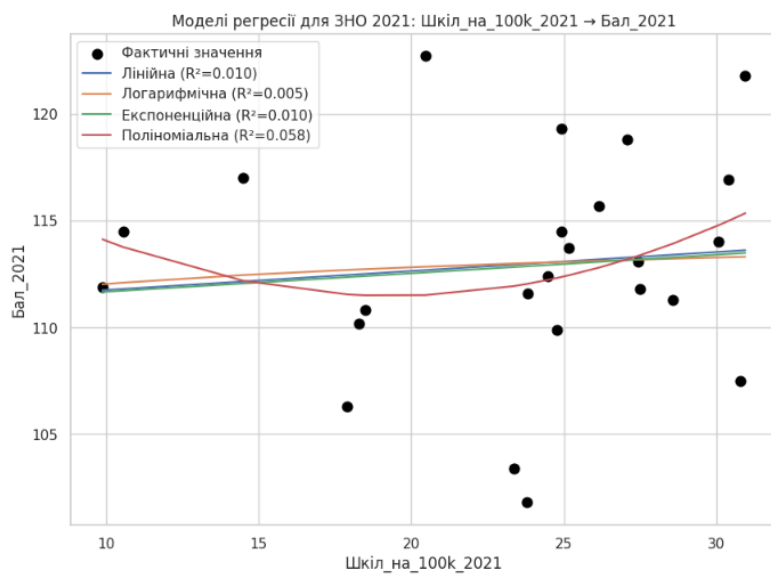
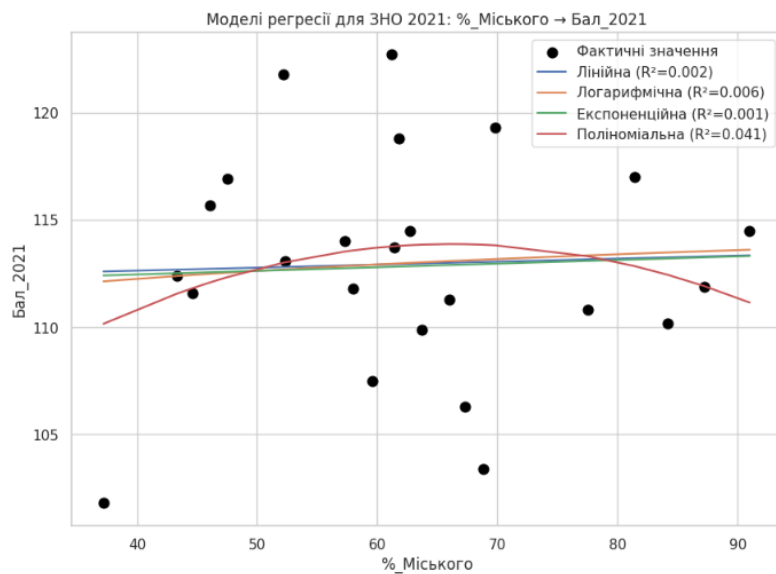
```

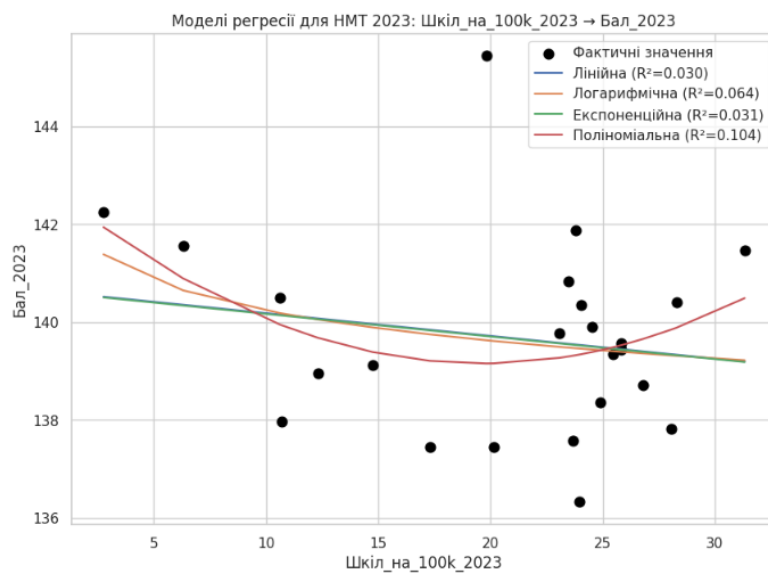
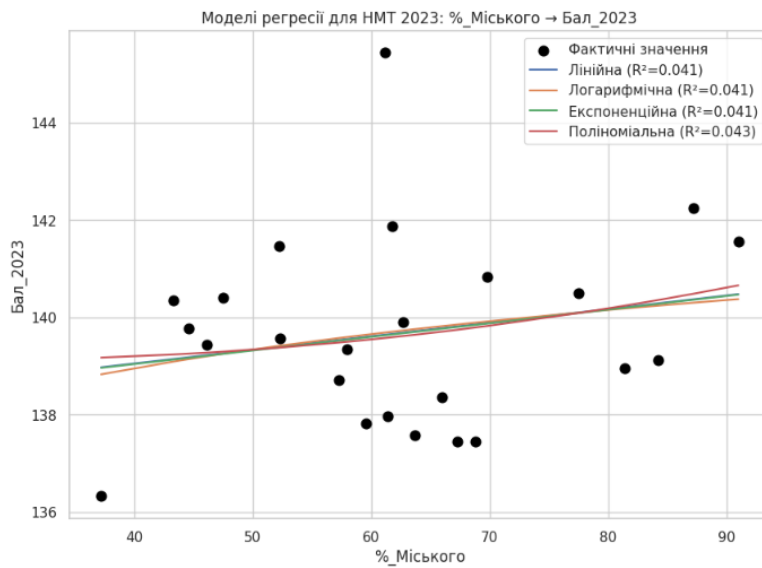
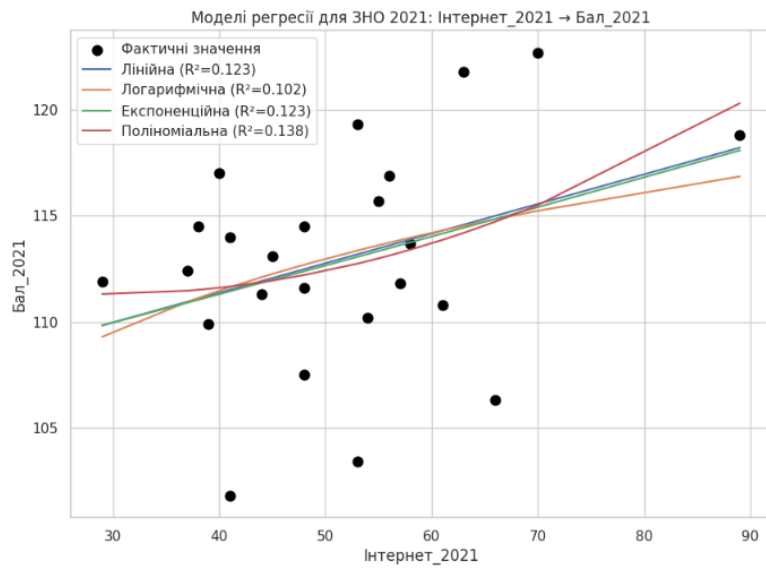
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
const	132.9095	10.782	12.327	0.000	111.778	154.041
%_Міського	0.3315	0.397	0.835	0.404	-0.447	1.110
Шкіл_на_100k_2024	-0.6620	0.283	-2.338	0.019	-1.217	-0.107
%_Міського_2	-0.0030	0.003	-0.937	0.349	-0.009	0.003
Шкіл_на_100k_2024_2	0.0161	0.008	2.043	0.041	0.001	0.031

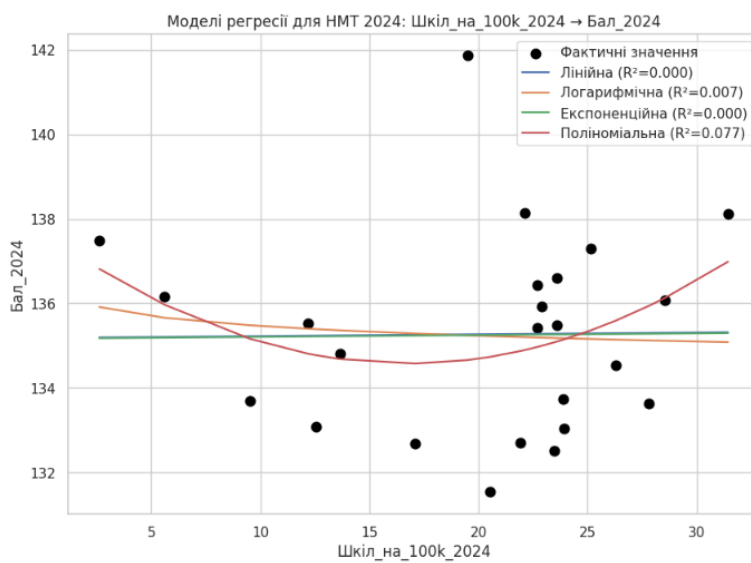
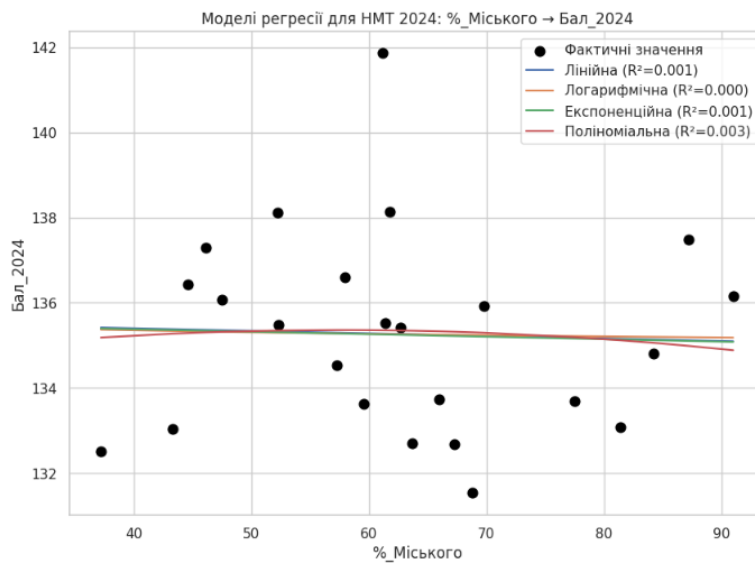
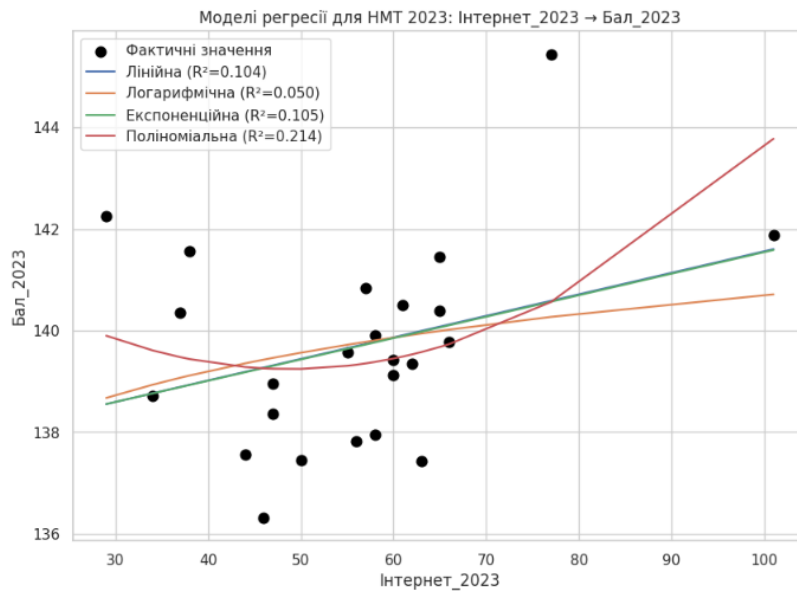
```

=====
Omnibus:          9.866      Durbin-Watson:     0.386
Prob(Omnibus):    0.007      Jarque-Bera (JB):  7.995
Skew:             1.104      Prob(JB):          0.0184
Kurtosis:         4.765      Cond. No.         8.22e+04
=====

```







Дані для побудови «Рис. 2. Просторова структура регіонів України»

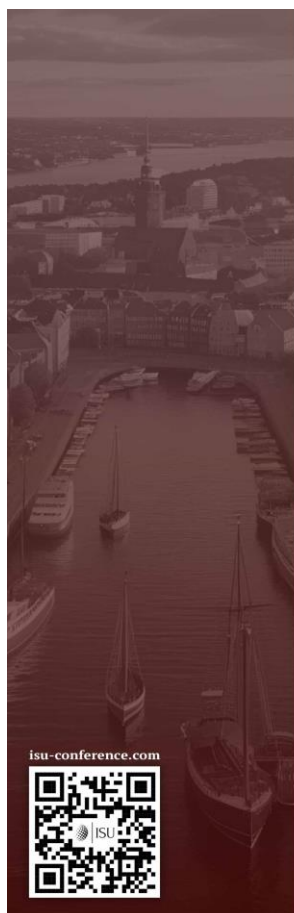
Регіон	PC1	PC2
Львівська	0,301447	1,823766
Київська	-0,11923	3,142595
Волинська	-1,8431	0,408649
Луганська	2,213902	-2,95039
Тернопільська	-1,63021	-0,13391
Хмельницька	-0,69078	0,270711
Івано-Франківська	-1,27922	0,495797
Донецька	3,211899	-0,74649
Рівненська	-1,84284	0,303781
Сумська	-0,11982	-0,17562
Херсонська	0,280733	-0,56622
Вінницька	-0,64232	0,28141
Полтавська	0,189669	0,80463
Дніпропетровська	2,496998	1,360535
Черкаська	-0,64767	-1,0394
Чернігівська	-0,24432	-0,58966
Запорізька	1,892553	0,404274
Житомирська	-0,96242	0,016429
Харківська	2,166351	0,066317
Чернівецька	-1,7269	-1,76321
Кіровоградська	-0,24586	-0,92293
Одеська	0,858724	0,917372
Закарпатська	-1,82984	-0,96388
Миколаївська	0,212239	-0,44457

Дані для побудови «Рис. 3. Графічна візуалізація кластерів»

Регіон	PC1	PC2	Кластер
Вінницька	-0,68	-0,49	0
Волинська	-1,48	0,33	0
Івано-Франківська	-1,02	0,33	0
Кіровоградська	-0,71	-0,94	0
Житомирська	-0,77	-0,83	0
Закарпатська	-1,72	-1,15	0
Миколаївська	-0,59	-0,71	0
Рівненська	-1,26	-0,15	0
Сумська	-0,18	-0,25	0
Тернопільська	-1,19	0,09	0
Херсонська	-0,38	-0,92	0
Хмельницька	-1,15	-0,12	0
Черкаська	-0,73	-1,01	0
Чернівецька	-1,63	-1,94	0
Чернігівська	-0,4	-0,62	0
Дніпропетровська	2,44	1,28	1

Запорізька	1,93	0,39	1
Київська	-0,01	3,16	1
Львівська	0,05	1,79	1
Одеська	1,02	0,98	1
Полтавська	0,44	1,03	1
Харківська	2,13	0,21	1
Донецька	3,15	-0,6	2
Луганська	2,12	-2,95	2

Сертифікат за участь у конференції



isu-conference.com

**CERTIFICATE**

of conference participant

it is hereby certified, that

АНАСТАСІЯ ОВЕЧКОtook part in the 2nd International Scientific and Practical Conference
«**PROGRESSIVE APPROACHES IN SCIENCE AND ENGINEERING**»November 26-28, 2025, Copenhagen, Denmark
24 Hours of Participation
(0,8 ECTS credits)Head of the
organizing committee

Viktoriiia Tsiundyk

ISU-25/1126-037

